



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

ANALISIS PERENCANAAN BERBASIS RESIKO PADA PROSES PRODUKSI *FORE BOULBOUS BOW* KAPAL TANKER MT. PANGKALAN BRANDAN DI PT. PAL INDONESIA (PERSERO)

Deddy Singgih Prakoso

NRP. 0431040000050

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.
Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D.

NIP. 196107021988031003
NIP. 198308062006004201

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018



TUGAS AKHIR – MO141326

**ANALISIS PERENCANAAN BERBASIS RESIKO PADA
PROSES PRODUKSI *FORE BOULBOUS BOW* KAPAL
TANKER MT. PANGKALAN BRANDAN DI PT. PAL
INDONESIA (PERSERO)**

DEDDY SINGGIH PRAKOSO

NRP. 0431040000050

Dosen Pembimbing:

Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D. M.RINA

Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – MO141326

**RISK BASED PLANNING ANALYSIS ON FORE
BOULBOUS BOW PRODUCTION PROCESS OF MT.
PANGKALAN BRANDAN TANKER SHIP AT PT. PAL
INDONESIA (PERSERO)**

DEDDY SINGGIH PRAKOSO

NRP. 0431040000050

Supervisor:

Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D. M.RINA

Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D.

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institut of Technology

Surabaya

2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALISIS PERENCANAAN BERBASIS RESIKO PADA PROSES PRODUKSI
FORE BOULBOUS BOW KAPAL TANKER MT. PANGKALAN BRANDAN DI PT.
PAL INDONESIA (PERSERO)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Oleh:

Deddy Singgih Prakoso

NRP. 0431040000050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  (Pembimbing 1)

2. Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D.  (Pembimbing 2)

Surabaya, Januari 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALISIS PERENCANAAN BERBASIS RESIKO PADA PROSES PRODUKSI
FORE BOULBOUS BOW KAPAL TANKER MT. PANGKALAN BRANDAN DI PT.
PAL INDONESIA (PERSERO)**

Nama Mahasiswa : Deddy Singgih Prakoso

NRP : 0431040000050

Jurusan : Teknik Kelautan – ITS

Dosen Pembimbing : Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D. M.RINA
Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Didalam sebuah proyek, ketepatan waktu dalam proses produksi adalah salah satu faktor penentu yang memberikan kontribusi atas berhasil tidaknya suatu proyek. Tetapi tidak dipungkiri bahwa dalam pelaksanaannya terjadi keterlambatan pada beberapa bagian pengerjaan proses produksi, khususnya proses produksi pada *block fore boubous bow* yang memiliki kelengkungan paling ekstrim diantara *block* lain pada kapal. Menggunakan metode *Fault Tree Analysis* didapatkan tiga faktor utama yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pada proses produksi, diantaranya adalah proses fabrikasi terlambat (8.2%), proses *sub-assembly* terlambat (31.9%), dan proses *assembly* terlambat (16.7%). Melalui *Event Tree Analysis* didapatkan konsekuensi yang dapat terjadi adalah Proyek Terlambat Namun Dapat Dinormalisasikan dengan Baik dan Cepat (43%). Proyek Terlambat Namun Dapat Dinormalisasi Walaupun Lambat (14%). Proyek Terlambat Dengan Proses Normalisasi Sangat Buruk dan Lambat (15%). Proyek Terbengkalai dan Tidak Ada Proses Yang Signifikan (17%). Proyek Tidak Berlanjut (11%). Sedangkan menggunakan Bow Tie Analysis didapatkan tindakan pencegah dan tindakan mitigasi yang tepat untuk mengatasi keterlambatan proses produksi pada *fore boubous bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan.

Kata Kunci: produksi, *probabilty*, *threat*, konsekuensi, pencegah, mitigasi

**RISK BASED PLANNING ANALYSIS ON FORE BOULBOUS BOW PRODUCTION
PROCESS OF MT. PANGKALAN BRANDAN TANKER SHIP AT PT. PAL
INDONESIA (PERSERO)**

Name : Deddy Singgih Prakoso

NRP : 0431040000050

Department : Teknik Kelautan – ITS

Supervisor : Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D. M.RINA
Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

In a project, timeliness in finishing the project is one of the success parameter. But it is undeniable that there are delays on some part of production process, especially on fore boubous bow block which have the extremest curve on the ship part. By using Fault Tree Analysis it is showed that there are three main factors causing delays on production process. They are fabrication process delays (8.2%), sub-assembly process delays (31.9%), and assembly process delays (16.7%). By using Event Tree Analysis it is showed that therea five consequences. They are the project is delayed but may be normalized well (43%), the project is delayed and be normalized slowly (14%), the project is delayed with poor and slow normalization (15%), the project is abandoned with no significant progress (17%), the project is failed (11%). And by using Bow Tie Analysis, effective preventive controls and recovery controls could be determined to solve the delays of fore boubous bow production process from MT. Pangkalan Brandan Tanker Ship.

Keyword: production, probabiltiy, threat, consequence, preventive, recovery

KATA PENGANTAR

Puji Syukur terhadap Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Perencanaan Berbasis Resiko pada Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero)” dengan baik tanpa halangan yang berarti.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini menganalisis berbagai faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek pembangunan kapal niaga dengan menggunakan pendekatan metode resiko (*risk based analysis*) serta mempertimbangkan berbagai konsekuensi yang mungkin ditimbulkan akibat keterlambatan proyek tersebut.

Penulis mengharap saran dan kritik dari para pembaca demi perbaikan dan kesempurnaan penyusunan dan penulisan berikutnya. Semoga Tugas Akhir ini memberi manfaat bagi pembangunan proyek PT. PAL INDONESIA (Persero) selanjutnya, dapat memberi referensi dan bukti empiris serta kontribusi ilmiah.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Y.M.E. yang telah memberi petunjuk dan kemudahan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Keempat Orang tua penulis, baik mama papa, dan mami papi yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan baik moril maupun materil.
3. Bapak Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D. dan Ibu Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc. selaku dosen wali yang selalu membimbing penulis selama menjalani studi di Teknik Kelautan FTK ITS ini.
5. Dirgha Sukma Mahandeka yang membantu mengajarkan dan memberi banyak tips dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Dian Rakhma Dany dan Devy Prima Dany yang turut memberikan bantuan moril dan materil sebagai seorang kakak.
7. Christian Richie Sumitro, Dharmawan Adiwijaya dan Anandita Kumala Ardhianti yang selalu menyemangati penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Ibu Wenny sebagai mentor pada PT. PAL INDONESIA (Persero).
9. Semua rekan-rekan Megalodon L-28, Teknik Kelautan angkatan 2010 FTK ITS.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu telah membantu penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	v
Abstrak	vii
Abstract	viii
Kata Pengantar	ix
Ucapan Terima Kasih	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Umum Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan PT. PAL INDONESIA (Persero)	5
2.2. Konstruksi Haluan Kapal	7
2.3. Proses Produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan PT. PAL INDONESIA	13
2.4. Manajemen Proyek	25
2.5. Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif	29
2.6. <i>Risk Assessment</i>	30
2.7. <i>Bow Tie Analysis</i>	33

2.8. Penelitian Terdahulu	42
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian	43
3.2. Prosedur Penelitian	44
 BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengumpulan Data	49
4.2. Pengolahan Data Dan Analisis	51
4.2.1. <i>Fault Tree Analysis</i>	51
4.2.2. <i>Event Tree Analysis</i>	75
4.2.3. <i>Bow Tie Analysis</i>	82
 BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	91
 LAMPIRAN	
 BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi PT. PAL INDONESIA (Persero)	3
Gambar 1.2.	Bagian Block yang Diteliti pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan ...	4
Gambar 2.1.	Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan Tampak Depan	5
Gambar 2.2.	Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan Tampak Belakang	6
Gambar 2.3.	<i>General Arrangement</i> MT. Pangkalan Brandan	7
Gambar 2.4.	Haluan Kapal Tampak Samping	8
Gambar 2.5.	Haluan Kapal Tampak Depan	8
Gambar 2.6.	Haluan Kapal Tegak Lurus (<i>Plumb Bow</i>)	9
Gambar 2.7.	Haluan Kapal Miring (<i>Reaked Bow</i>)	10
Gambar 2.8.	Haluan Kapal Miring II (<i>Reaked Bow II</i>)	10
Gambar 2.9.	Haluan Kapal Gunting (<i>Clipper Bow</i>)	10
Gambar 2.10.	Haluan Kapal Sendok (<i>Spoon Bow</i>)	11
Gambar 2.11.	Haluan Kapal <i>Meier</i> (<i>Meier Bow</i>)	11
Gambar 2.12.	Haluan Kapal Pemecah Es (<i>Ice Breaker Bow</i>)	11
Gambar 2.13.	Haluan Kapal Berumbi/Haluan Bola (<i>Boulbous Bow</i>)	12
Gambar 2.14.	<i>Flow Of Production</i> Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	13
Gambar 2.15.	Komponen Lempengan Besi Sebelum Di- <i>blasting</i> dan Di- <i>painting</i>	14
Gambar 2.16.	Komponen Profil Besi Sebelum Di- <i>blasting</i> dan di- <i>painting</i>	14
Gambar 2.17.	Komponen Profil ketika Proses <i>Blasting</i>	15
Gambar 2.18.	Komponen Profil ketika Proses Pengecatan	16
Gambar 2.19.	Komponen Profil Besi Setelah Di- <i>marking</i>	16
Gambar 2.20.	Komponen Profil ketika Proses <i>Cutting</i>	21
Gambar 2.21.	<i>Bending Press Machine</i>	18
Gambar 2.22.	<i>Roll Machine</i>	19
Gambar 2.23.	<i>Wessel Machine</i>	19
Gambar 2.24.	<i>Frame</i> yang Sudah Di- <i>fitting</i>	20
Gambar 2.25.	Peralatan Las pada Bengkel <i>Sub-Assembly</i>	21
Gambar 2.26.	<i>Frame</i> yang Sudah Di- <i>welding</i>	21
Gambar 2.27.	<i>Panel</i> yang Sudah Diperiksa Hasil Akhirnya	22
Gambar 2.28.	Perakitan <i>Block</i> pada Bengkel <i>MPL</i>	23
Gambar 2.29.	<i>Fore Boulbous Bow Block</i> pada Bengkel <i>CBL</i>	24
Gambar 2.30.	Ceruk Linggi <i>Fore Boulbous Bow Block</i> pada Bengkel <i>CBL</i>	24

Gambar 2.31. Segitiga <i>Project Constraint</i>	28
Gambar 2.32. <i>Bow Tie Analysis Diagram</i>	34
Gambar 2.33. Langkah Pembuatan <i>Fault Tree Analysis</i>	39
Gambar 2.34. <i>Event Tree Analysis Diagram</i>	41
Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	43
Gambar 3.2. Diagram Alir Membuat Konstruksi Diagram FTA	44
Gambar 3.3. Diagram Alir Membuat Konstruksi Diagram ETA	44
Gambar 4.1. Bengkel Konstruksi Lambung Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero)	49
Gambar 4.2. <i>Intermediate Event</i> untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker	52
Gambar 4.3. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses Identifikasi Material pada Keterlambatan Proses Fabrikasi	53
Gambar 4.4. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses <i>Marking Dan Cutting</i> pada Keterlambatan Proses Fabrikasi	54
Gambar 4.5. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses <i>Bending</i> pada Keterlambatan Proses Fabrikasi	55
Gambar 4.6. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Tidak Efektifnya Pekerjaan <i>Crew</i> Fabrikasi pada Keterlambatan Proses Fabrikasi	56
Gambar 4.7. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Belum Siapnya Komponen Dari Fabrikasi pada Keterlambatan Proses <i>Sub-Assembly</i>	57
Gambar 4.8. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Tidak Siap Pakainya Peralatan <i>Sub-Assembly</i> pada Keterlambatan Proses <i>Sub-Assembly</i>	58
Gambar 4.9. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Kesalahan Proses <i>Sub-Assembly</i> pada Keterlambatan Proses <i>Sub-Assembly</i>	59
Gambar 4.10. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Tidak Efektifnya Pekerjaan <i>Crew</i> <i>Sub-Assembly</i> pada Keterlambatan Proses <i>Sub-Assembly</i>	60
Gambar 4.11. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Tidak Siap Pakainya Komponen dari Fabrikasi pada Keterlambatan Proses <i>Assembly</i>	61
Gambar 4.12. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Tidak Siap Pakainya Peralatan <i>Assembly</i> pada Keterlambatan Proses <i>Assembly</i>	62
Gambar 4.13. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Kesalahan Proses <i>Assembly</i> pada Keterlambatan Proses <i>Assembly</i>	63

Gambar 4.14. Diagram <i>FTA</i> untuk Faktor Penyebab Tidak Efektifnya Pekerjaan <i>Crew Assembly</i> pada Keterlambatan Proses Fabrikasi	64
Gambar 4.15. <i>Event Tree Diagram</i>	76
Gambar 4.16. Probabilitas setiap <i>Pivotal Event</i> pada <i>Event Tree Diagram</i>	77
Gambar 4.17. Keterangan Bagian-Bagian dalam Diagram <i>Bow Tie</i>	83
Gambar 4.18. Diagram <i>Bow Tie</i> Dalam Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	84

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	<i>Primary Event Symbol</i>	36
Tabel 2.2.	<i>Gate Symbol</i>	37
Tabel 2.3.	<i>Intermediate Event Symbol</i>	37
Tabel 2.4.	<i>Transfer Symbol</i>	38
Tabel 2.5.	Langkah Pembuatan <i>Fault Tree Analysis</i>	39
Tabel 2.6.	Istilah dalam <i>Event Tree Analysis</i>	41
Tabel 2.7.	Penelitian Terdahulu	42
Tabel 4.1.	Jadwal Proses Produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	50
Tabel 4.2.	Kegiatan Pekerjaan Pada Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	51
Tabel 4.3.	<i>Basic Event</i> untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	65
Tabel 4.4.	Kriteria Rating Probabilitas	66
Tabel 4.5.	Probabilitas setiap <i>Basic Event</i> untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	67
Tabel 4.6.	Probabilitas <i>minimal cut set</i> untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan	73
Tabel 4.7.	<i>Pivotal Event</i>	75
Tabel 4.8.	Probabilitas pada setiap <i>Pivotal Event</i>	77
Tabel 4.9.	<i>Outcome</i> pada <i>Event Tree Diagram</i>	78
Tabel 4.10.	Kriteria <i>Risk Matrix</i>	79
Tabel 4.11.	Kriteria <i>Rating</i> Probabilitas	79
Tabel 4.12.	Kriteria <i>Rating Outcome</i>	80
Tabel 4.13.	Tingkat Resiko pada Setiap <i>Outcome</i>	81

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap pelaksanaan proyek selalu dihadapkan pada parameter penting dalam penyelenggaraan proyek yang dikenal dengan sasaran proyek. Salah satu sasaran proyek adalah jadwal pengerjaan, sehingga salah satu indikator keberhasilan proyek ditentukan oleh pengerjaan proyek sesuai jangka waktu, baik saat dimulainya maupun saat berakhirnya serta kesesuaian dengan rencana dan spesifikasinya. Pembuatan rencana dan jadwal pelaksanaan proyek selalu mengacu pada kondisi asumsi dan perkiraan yang ada pada saat rencana dan jadwal tersebut dibuat. Masalah akan timbul apabila terjadi ketidaksesuaian pada proses tersebut dengan kenyataan yang sebenarnya. Dampak umum yang sering terjadi adalah keterlambatan proyek dari waktu yang telah ditentukan. (Widhiawati, 2009).

PT. PAL INDONESIA (Persero) sebagai salah satu industri strategis yang memproduksi alat utama sistem pertahanan Indonesia khususnya untruk matra laut, keberadaannya tentu memiliki peran penting dan strategis dalam mendukung pengembangan industri kelautan nasional. Peran PT. PAL INDONESIA (Persero) semakin kuat setelah dikeluarkannya UU No. 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan dimana BUMN Strategis diberi ruang yang lebih luas. Berdasarkan UU tersebut PT. PAL INDONESIA (Persero) akan terus meningkatkan kemampuannya untuk dapat berperan dalam *Driving Synergy to Global Maritim Access*. Peran penting dari PT. PAL INDONESIA (Persero) ini akan membawa industri maritim Indonesia kepada pemenuhan pasar maritim secara global.

Untuk itu perlu dilakukan evaluasi mendalam berdasarkan analisis dan ilmiah terkait keterlambatan proyek. Sehingga proyek-proyek PT. PAL INDONESIA (Persero) memiliki manajemen yang baik khususnya dalam hal *risk recognition*, *risk evaluating*, *risk control*, dan *risk monitoring*. Dalam tugas akhir ini akan diidentifikasi dan dianalisis berbagai faktor penyebab proyek PT. PAL Indonesia (Persero) yang dikhususkan dibagian Fore Boulbous Bow karena dibagian inilah bagian kapal yang dinilai memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Metode yang digunakan yaitu Metode *Bow Tie Analysis* yang menggabungkan Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan Metode *Event Tree Analysis (ETA)*. Metode *FTA* menganalisis kegagalan atau keterlambatan pada sebuah proyek, karena ini membahas mengenai penyebab mengapa kegagalan dapat terjadi. Dan Metode *ETA* menganalisis akibat apa saja yang akan

timbul dari keterlambatan proyek (skenario) untuk setiap proses tindakan *recovery measure* yang akan dilakukan.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah:

- 1.2.1. Apa saja faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero)?
- 1.2.2. Apa saja tindakan *preventive* yang dapat dilakukan untuk mengurangi peluang terjadinya resiko keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero)?
- 1.2.3. Apa saja konsekuensi yang timbul dari keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero)?
- 1.2.4. Apa saja tindakan *recovery* yang dapat dilakukan untuk menanggulangi keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero)?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.3.1. Untuk mengetahui faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero).
- 1.3.2. Untuk mengetahui tindakan *preventive* yang tepat dalam mengurangi peluang terjadinya keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero).
- 1.3.3. Untuk mengetahui konsekuensi yang timbul dari keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero).
- 1.3.4. Untuk mengetahui tindakan *recovery* yang tepat dalam menanggulangi resiko saat keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan:

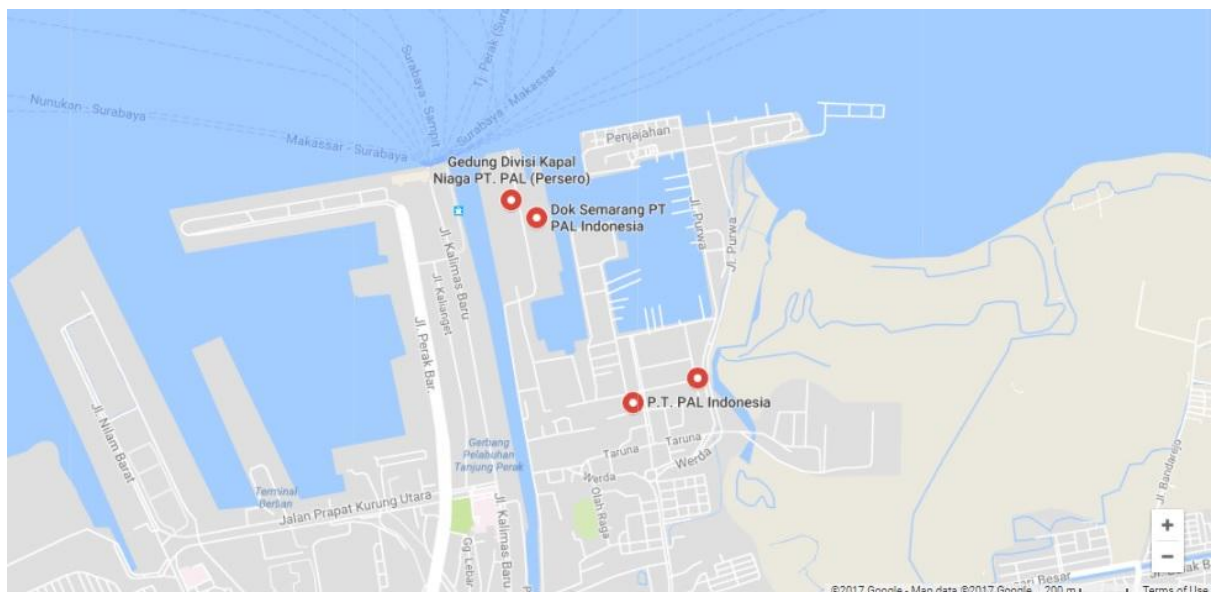
- 1.4.1. Sebagai evaluasi dan pengembangan proyek PT. PAL INDONESIA (Persero) selanjutnya khususnya dalam hal *risk recognition*, *risk evaluation*, *risk control*, dan *risk monitoring*.
- 1.4.2. Mengembangkan potensi mahasiswa dalam hal manajemen resiko dan *go field industries*.
- 1.4.3. Dapat memberikan referensi dan bukti empiris bagi akademisi khususnya mahasiswa sebagai kontribusi ilmiah tentang studi keterlambatan proyek (mahasiswa) pembangunan kapal.

1.5. Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan tugas akhir ini, maka perlu adanya ruang lingkup pengujian atau asumsi-asumsi sebagai berikut:

Untuk memperjelas permasalahan tugas akhir ini, maka perlu adanya ruang lingkup pengujian atau asumsi-asumsi sebagai berikut:

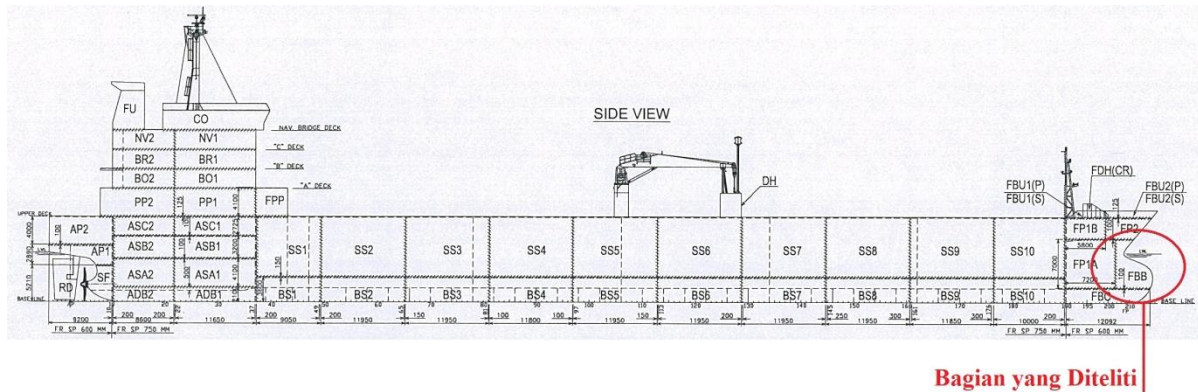
- 1.5.1. Objek penelitian ini adalah kapal tanker MT. Pangkalan Brandan dengan kapasitas 17.500 Long Ton Dead Weight (LTDW) pada PT. PAL INDONESIA (Persero) divisi kapal niaga yang terletak di Jl. Ujung, , Ujung, Semampir, Kota Surabaya, Jawa Timur



Gambar 1.1. Lokasi PT. PAL INDONESIA (Persero)

(Sumber: Google Map, 2017)

1.5.2. Bagian yang diteliti pada penelitian ini berfokus pada bagian *Fore Boulbous Bow (FBB)* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan.



Gambar 1.2. Bagian *Block* yang Diteliti pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

1.5.3. Proses yang diteliti pada penelitian ini hanya proses produksi, yaitu proses fabrikasi, *sub-assembly* dan *assembly* sampai *output* yang dihasilkan adalah *Block OK Class*. Yang artinya *Block* sudah memenuhi standar klasifikasi regulasi yang berlaku.

1.5.4. Pada Segitiga *Project Constraint* dalam penelitian ini, yang diteliti hanya tentang resiko proyek terhadap batasan waktu dan batasan mutu yang memenuhi standar OK Class dengan ruang lingkup yang sudah jelas, yaitu hanya pada proses produksi bagian *block fore boulbous bow* pada proses produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan Sehingga analisa resiko yang akan berdampak pada melambungnya biaya pada proyek ini diabaikan.

1.5.5. Karena pengerjaan proses produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan berada didalam ruangan (*indoor*), keadaan alam dan cuaca diabaikan, cuaca dianggap dalam keadaan normal untuk beroperasi, atau tidak ada *exteme environment condition* dan juga *natural disaster*.

1.5.6. *Material Supply* yang digunakan pada proses produksi pada penelitian ini dianggap selalu *ready stock* oleh *supplier*. Sehingga, penelitian ini dimulai dari proses pengiriman dari *supplier* menuju ke *Steel Stock House* milik PT. PAL INDONESIA (Persero).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Umum Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan PT. PAL INDONESIA (Persero)



Gambar 2.1. Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan Tampak Depan

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

MT. Pangkalan Brandan dengan nomor pembangunan M000272 merupakan salah satu kapal tanker berkapasitas 17,500 Long Ton Dead Weight (LTDW) yang berhasil dibangun oleh PT. PAL INDONESIA. Nama Pangkalan Brandan sendiri diambil dari nama daerah di Langkat Sumatra Utara yang merupakan tempat produksi minyak di darat pertama yang ada di Indonesia. Menggunakan *register NK Class*, MT. Pangkalan Brandan dilengkapi dengan

mesin STX-MAN 6x35 dan memiliki kemampuan untuk membawa bahan bakar minyak 25,528 M³. Foto Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan dapat dilihat pada gambar 2.1. dan gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan Tampak Belakang

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

Kapal MT. Pangkalan Brandan menjadi kapal milik Pertamina yang ke-69 dari total 200-an kapal yang dioperasikan dalam menjamin pasokan energi di Indonesia. Kontrak pembangunan kapal pangkalan Brandan ini ditandatangani pada tanggal 18 Januari 2013 dengan total investasi sekitar US\$ 24 Juta. MT. Pangkalan Brandan telah selesai dibangun di PT. PAL INDONESIA Divisi Kapal Niaga pada bulan Januari 2015. Dan serah terima MT. Pangkalan Brandan dilakukan pada tanggal 19 Maret 2015. Dengan *General Arrangement* seperti pada gambar 2.3. dibawah ini.

Kapal MT. Pangkalan Brandan memiliki *profil* sebagai berikut

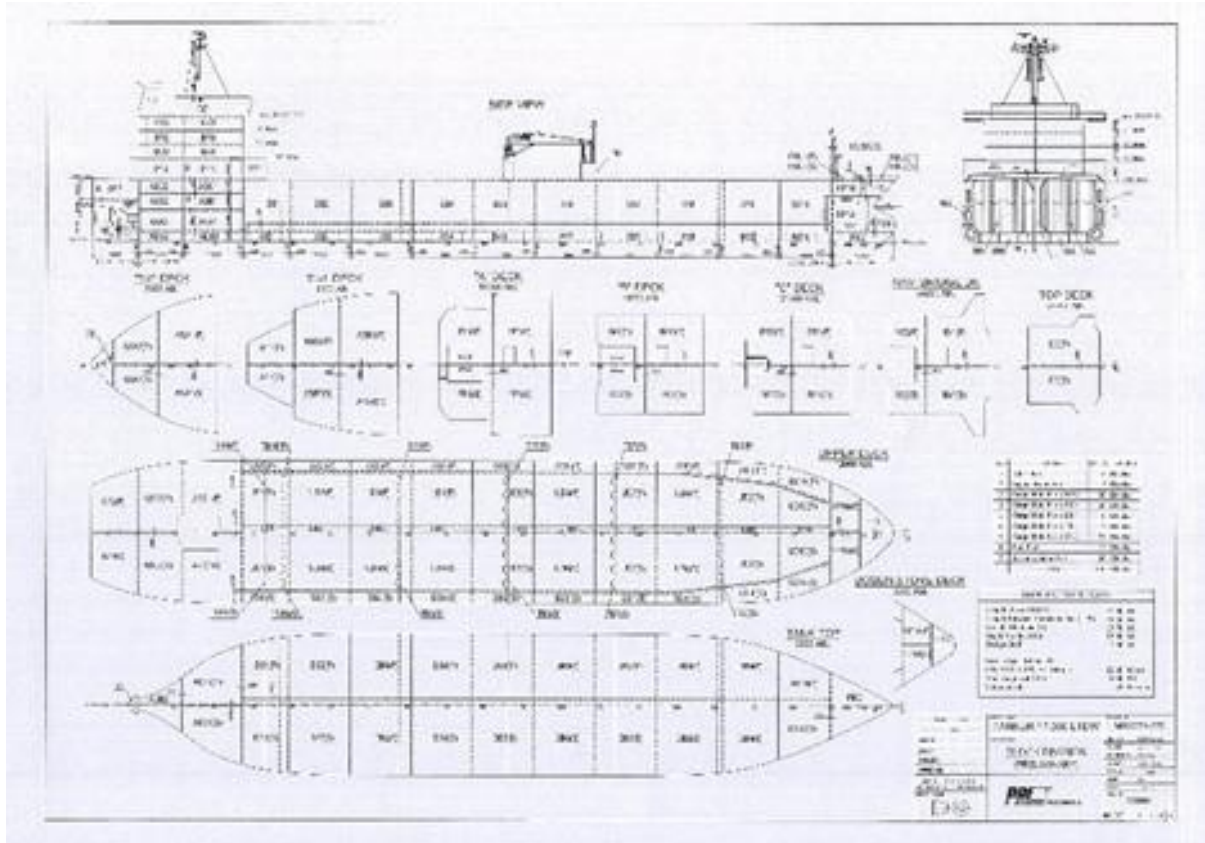
<i>Length Overall (LOA)</i>	:	157.00	M
<i>Lenght Between Perpendicular (LPP)</i>	:	149.50	M
<i>Breadth Moulded (B)</i>	:	27.70	M
<i>Depth Moulded (D)</i>	:	12.00	M
<i>Design Draft</i>	:	7.00	M
<i>Complement</i>	:	28	Person

Class : Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)

Services Speed (Loaded)

85% MCR + 15% Sea Margin : 13.00 Knots

Main Engine at MCR : 6500 PS

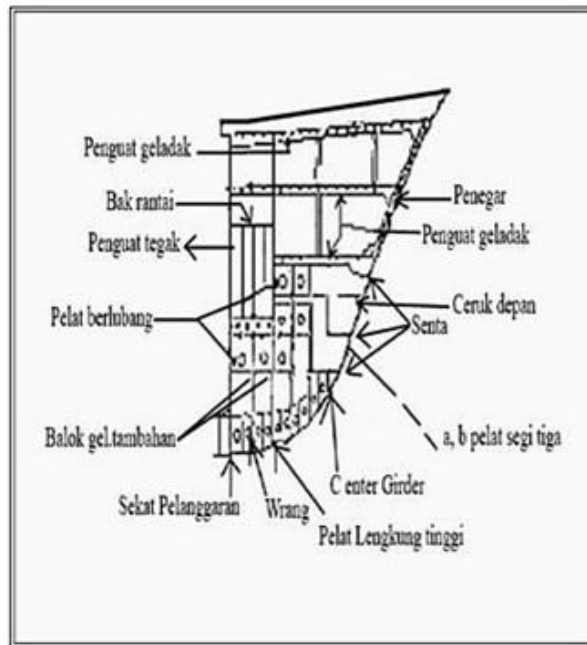


Gambar 2.3. General Arrangement MT. Pangkalan Brandan

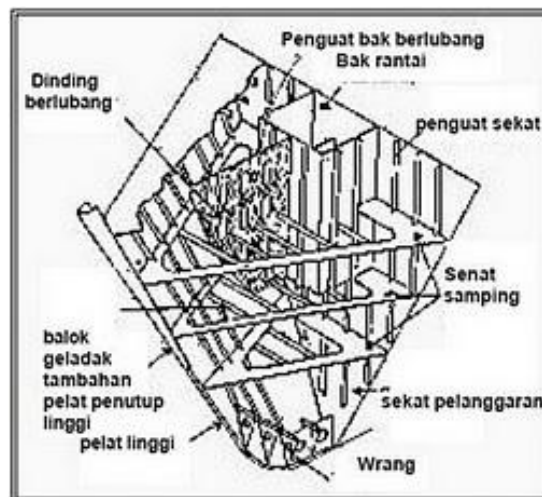
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

2.2. Konstruksi Haluan Kapal

Haluan sebuah kapal adalah bagian kapal yang terintegrasi dengan lambung kapal yang mendapatkan tekanan paling besar. Tekanan dan tegangan dikarenakan oleh terjangan kapal terhadap air serta pukulan-pukulan oleh ombak. Untuk mengatasi tegangan-tegangan tersebut, konstruksi sebuah kapal harus dibangun cukup kuat. Contoh haluan kapal dapat dilihat seperti pada gambar 2.4. dan gambar 2.5. dibawah ini.



Gambar 2.4. Haluan Kapal Tampak Samping
(Sumber: Habiyyudin, 2010)



Gambar 2.5. Haluan Kapal Tampak Depan
(Sumber: Habiyyudin, 2010)

2.2.1. Cara Memperkuat Haluan

Secara umum, cara membuat haluan dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 2.2.1.1. Di depan sekat pelanggaran bagian bawah, dipasang wrang-wrang terbuka yang cukup tinggi yang diperkuat dengan perkuatan-perkuatan melintang dan balok balok geladak.
- 2.2.1.2. Wrang-wrang dipasang membentang dari sisi yang satu ke sisi lainnya, dimana bagian atasnya diperkuat lagi dengan sebuah flens. Pada bagian tengah-tengah wrang secara membujur dipasang penguat tengah (center girder) yang berhenti pada jarak beberapa gading linggi depan.
- 2.2.1.3. Pada bagian di depannya, kulit kapal menjadi sedemikian sempitnya hingga tidak perlu dipasang penguat tengah lagi.
- 2.2.1.4. Gading-gading biasanya jaraknya lebih rapat satu sama lain. Pada jarak lebih 15 % panjang kapal terhitung dari linggi depan, gading-gading pada bagian bawah (deep framing) diperkuat, (20 % lebih kua) kelingannya lebih rapat, jugat pelat lutut antara gadinggading dengan kulit kapal dipertebal. Lajur-lajur di dekat lunas, pelatnya dipertebal.

2.2.2. Jenis-jenis Haluan Kapal Berdasarkan Bentuk Haluan Kapal

Gambar ilustrasi Jenis-jenis bentuk haluan kapal dapat dilihat pada gambar 2.6., gambar 2.7., gambar 2.8., gambar 2.9., gambar 2.10., gambar 2.11., gambar 2.12., dan gambar 2.13.

2.2.2.1. Jenis Haluan Kapal Tegak Lurus (Plumb Bow)



Gambar 2.6. Haluan Kapal Tegak Lurus (Plumb Bow)

(Sumber: Habiyudin, 2010)

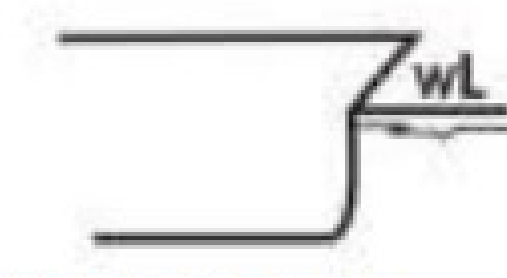
2.2.2.2. Jenis Haluan Kapal Miring (*Reaked Bow*)



Gambar 2.7. Haluan Kapal Miring (*Reaked Bow*)

(Sumber: Habiyudin, 2010)

2.2.2.3. Jenis Haluan Kapal Miring II (*Reaked Bow II*)



Gambar 2.8. Haluan Kapal Miring II (*Reaked Bow II*)

(Sumber: Habiyudin, 2010)

2.2.2.4. Jenis Haluan Kapal Gunting (*Clipper Bow*)



Gambar 2.9. Haluan Kapal Gunting (*Clipper Bow*)

(Sumber: Habiyudin, 2010)

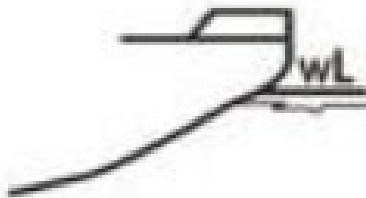
2.2.2.5. Jenis Haluan Kapal Sendok (*Spoon Bow*)



Gambar 2.10. Haluan Kapal Sendok (*Spoon Bow*)

(Sumber: Habiyyudin, 2010)

2.2.2.6. Jenis Haluan Kapal *Meier* (*Meier Bow*)



Gambar 2.11. Haluan Kapal *Meier* (*Meier Bow*)

(Sumber: Habiyyudin, 2010)

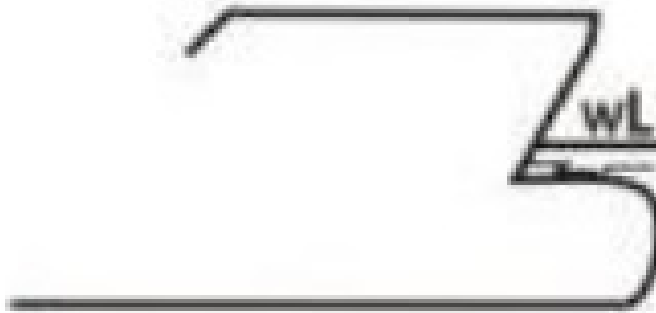
2.2.2.7. Jenis Haluan Kapal Pemecah Es (*Ice Breaker Bow*)



Gambar 2.12. Haluan Kapal Pemecah Es (*Ice Breaker Bow*)

(Sumber: Habiyyudin, 2010)

2.2.2.8. Jenis Haluan Kapal Berumbi/Haluan Bola (*Boulbous Bow*)



Gambar 2.13. Haluan Kapal Berumbi/Haluan Bola (*Boulbous Bow*)

(Sumber: Habiyyudin, 2010)

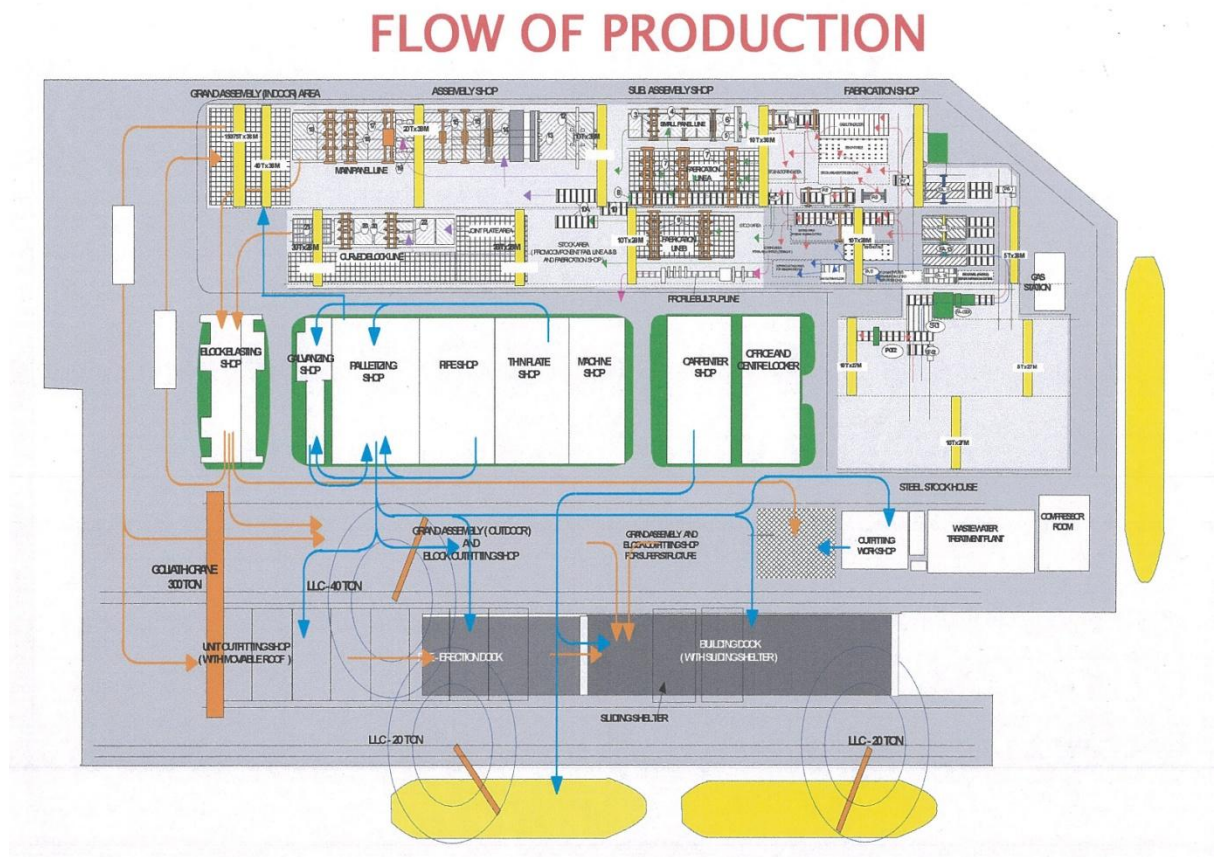
Fungsi utama dari bagian haluan (*boulbous*) adalah mengurangi hambatan kapal pada saat kapal melaju. Prinsip kerja dari *Fore Boulbousbow* adalah dengan membangkitkan gelombang atau menginterferensi gelombang kapal yang datang adari haluan. Sehingga gelombang yang datang akan kehilangan tenaga karena interferensi gelombang yang dibuat oleh *Fore boubos bow* yang ada pada kapal.

Untuk kapal yang dibuat pada masa sekarang, linggi haluan kapal yang lurus (dibuat dari besi batangan) sudah mulai ditinggalkan, terutama untuk kapal-kapal yang ukurannya relative besar. Karena membutuhkan efisiensi yang lebih tinggi dalam setiap gerakannya, usaha untuk itu adalah dengan memasang haluan bola (*boulbous bow*) atau linggi dibawah garis air muat yang berbentuk bola. Haluan bola ini dipasang sebagai usaha mengurangi tahanan gelombang yang terjadi karena gerak maju kapal.

Susunan konstruksi haluan bola dapat bervariasi, ada yang dibuat dari pelat tuang yang dilengkungkan atau pelat berbentuk silindris yang dimasukkan kebagian depan kapal. Ketepatan berbagai hal, seperti perencanaan yang tepat, dan pemasangan adalah pokok segalanya. Selain itu, haluan bola merupakan perbaikan daya apung bagian depan kapal sehingga akan mengurangi anggukan kapal.

2.3. Proses Produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan PT. PAL INDONESIA (Persero)

Proses produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan dilakukan dalam wewenang Department Konstruksi Lambung Kapal Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero). Alur proses produksi kapal tanker MT. Pangkalan Brandan dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. *Flow Of Production* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

Untuk membangun satu block pada sebuah kapal, dalam suatu proses produksi terdapat beberapa tahap, yaitu:

2.1.1. Fabrikasi

Pada proses ini, komponen-komponen mentah dari *supplier*, akan diolah hingga menjadi komponen yang siap pakai dan sesuai standar yang telah ditentukan. Yang termasuk dalam proses fabrikasi yaitu:

2.1.1.1. Identifikasi meterial

Yaitu pemilihan material yang sesuai dengan bagian yang dibutuhkan dan sesuai dengan sertifikat/*class rule* yang berlaku baik pada plat maupun profil kapal. Identifikasi material pada PT PAL INDONESIA (Persero) dilakukan pada bengkel *SSH* (*Steel Stock House*). Saat dikirimkan pada bengkel *SSH*, keadaan material besi masih belum di-*blasting* dan di-*painting* seperti pada gambar 2.15. dan gambar 2.16., sehingga proses *blasting* dan *painting* harus dilakukan terlebih dahulu pada bengkel ini seperti pada gambar 2.17. dan gambar 2.18.



Gambar 2.15. Komponen Lempengan Besi Sebelum Di-*blasting* dan Di-*painting*
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)



Gambar 2.16. Komponen Profil Besi Sebelum Di-*blasting* di-*blasting* dan Di-*painting*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)



Gambar 2.17. Komponen Profil ketika Proses *Blasting*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)



Gambar 2.18. Komponen Profil ketika Proses Pengecatan
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.1.2. *Marking*

Adalah proses penandaan pada plat yang akan dipotong maupun disambung. Pemberian marking ini harus sesuai dengan workdrawing yang telah dibuat oleh pihak *D/E (Design and Engineering)*. Setelah proses marking selesai seperti pada gambar 2.19., selanjutnya dilakukan *marking check*. Namun ada juga dimana plat tidak di-*marking check* karena sudah termarking secara otomatis (menggunakan mesin).



Gambar 2.19. Komponen Profil Besi Setelah Di-*marking*
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.1.3. *Cutting*

Merupakan proses pemotongan plat sesuai dengan marking yang telah dibuat sebelumnya. Proses *cutting* pada Bengkel Konstruksi Lambung Kapal Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero) menggunakan semi automatic seperti pada gambar 2.20. yang artinya walaupun menggunakan tenaga mesin, namun peran manusia masih diperlukan dalam proses ini.



Gambar 2.20. Komponen Profil ketika Proses *Cutting*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.1.4. *Forming/Bending*

Adalah proses membentuk material menjadi bentuk yang sesuai dengan *design*. Terdapat 3 jenis Mesin *Forming/Bending* untuk membentuk komponen menjadi bentuk sesuai *design* sebelum komponen diproses pada proses *sub-assembly* maupun proses *assembly*.

2.1.1.4.1. *Bending Press Machine*

Adalah Mesin yang digunakan untuk melakukan *bending* dengan radius yang kecil. Terdapat 2 bagian penting pada

Bending Press Machine, yaitu terdapat pada *Upper Deck* sebagai pisau, dan *Lower Desk* sebagai matras/penumpunya seperti pada gambar 2.21. dibawah ini.



Gambar 2.21. *Bending Press Machine*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.1.4.2. *Roll Machine*

Adalah mesin yang digunakan untuk melakukan bending dengan radius besar, contohnya untuk membentuk lengkung komponen pada kulit lambung kapal. Gambar Roll Machine dapat dilihat pada gambar 2.22. dibawah ini.



Gambar 2.22. *Roll Machine*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.1.4.3. *Wessel Machine*

Adalah mesin yang digunakan untuk pembentukan profil siku, Profil *Holland*, dan profil-profil lain yang bersudut seperti pada gambar 2.23. dibawah ini.



Gambar 2.23. *Wessel Machine*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.2. *Sub-Assembly*

Merupakan proses penggabungan diantara beberapa *frame* hingga menjadi *panel*. Dalam proses *Sub-Assembly*, Pada proses ini, *frame-frame* yang akan diproses harus menunggu selesainya proses fabrikasi terlebih dahulu. Terdapat tiga tahap pengerjaan pada *sub-assembly*, yaitu :

2.1.2.1. *Fitting*

Proses *fitting* digunakan untuk memasang dan mencocokkan tiap *frame* yang akan disambung sesuai design yang telah disepakati. Pada proses *fitting sub-assembly*, mesin las yang digunakan adalah mesin las manual. Hasil *fitting frame* sebelum di las dapat dilihat pada gambar 2.24.



Gambar 2.24. *Frame yang Sudah Di-fitting*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.2.2. *Welding*

Setelah hasil dari *fitting* dirasa sudah sesuai dengan insrtuksi pada *design*, kemudian dilakukanlah proses *welding* untuk menyambung untuk memperkuat sambungan-sambungan antar *frame*. Pada proses *welding*, *frame* dengan bentuk *curved* dilakukan menggunakan mesin FCAW. Sedangkan untuk *frame* dengan posisi lurus, dilas menggunakan mesin *wellcare* seperti pada gambar 2.25. Dan hasil *frame* yang sudah di las dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.25. Peralatan Las pada Bengkel *Sub-Assembly*
 (Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)



Gambar 2.26. Frame yang Sudah Di-welding
 (Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.2.3. Pemeriksaan Hasil

Pemeriksaan hasil *Sub-Assembly* yang berupa *panel*, dilakukan oleh *supervisor intern* yang bertugas pada saat itu. Pada proses ini, juga dilakukan *remarking* atau penandaan ulang, hal ini difungsikan sebagai media komunikasi kepada pihak selanjutnya yang akan melanjutkan proses produksi pada panel tersebut atau hanya untuk memperjelas tanda yang sebelumnya diberikan pada saat proses marking oleh bagian fabrikasi seperti pada gambar 2.27. dibawah ini.



Gambar 2.27. *Panel* yang Sudah Diperiksa Hasil Akhirnya
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.3. Assembly

Proses penggabungan diantara beberapa *panel* hingga menjadi satu *block* utuh yang sudah masuk standart klasifikasi dari regulasi yang sudah ditentukan (*OK Class Block*). Pada PT. PAL INDONESIA (Persero), proses *Assembly* dilakukan di dua bengkel, yaitu:

2.1.3.1. Bengkel *MPL* (*Main Panel Line*)

Pada Bengkel *Main Panel Line*, *block* yang dibangun adalah *block-block* yang memiliki bentuk/deformasi yang tidak ekstrim seperti bagian *deck*, atau bagian kulit luar kapal seperti pada gambar 2.28 dibawah ini.



Gambar 2.28. Perakitan *Block* pada Bengkel *MPL*

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.3.2. Bengkel *CBL* (*Curved Block Line*)

Pada Bengkel *CBL* (*Curved Block Line*), *block* yang dibangun adalah *block-block* yang memiliki bentuk/deformasi yang ekstrim seperti bagian haluan kapal, khususnya untuk haluan kapal yang berjenis *fore boubous bow*.

Untuk membuat suatu bentuk lekukan besi sesuai design yang harus dibuat oleh bengkel *CBL*, diperlukan adanya proses bending tambahan, seperti proses *fairing* dan tarikan. Bahkan karena ekstrimnya lekukan ceruk linggi pada *fore boubousbow* seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.29. dan

gambar 2.30., PT. PAL INDONESIA (Persero) memesan khusus ceruk linggi kapal yang bahannya dibuat dari baja cor yang dicetak. Hal ini dikarenakan baik dari segi teknologi, juga sarana, dan prasarana yang ada di PT. PAL INDONESIA (Persero) masih belum mampu untuk membuatnya secara mandiri.



Gambar 2.29. *Fore Boulbous Bow Block* pada Bengkel CBL
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)



Gambar 2.30. Ceruk Linggi *Fore Boulbous Bow Block* pada Bengkel CBL
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2017)

2.1.4. Pemeriksaan Kesesuaian *Class*

Pemeriksaan kesesuaian class dilakukan oleh pihak luar (*third party*) yang sudah ditentukan bersama sebelumnya. Untuk pengecekan kelas pada proyek pembangunan Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan, *third party* yang menangani masalah kesesuaian class adalah *Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)*

2.4. Manajemen Proyek

Manajemen proyek terdiri dari dua kata yaitu “Manajemen” dan “Proyek”. Menurut Husen (2009), manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Dipohusodo (1996) mendeskripsikan manajemen merupakan proses terpadu dimana individu-individu sebagai bagian dari organisasi dilibatkan untuk memelihara, mengembangkan, mengendalikan, dan menjalankan program-program yang kesemuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus menerus seiring dengan berjalannya waktu.

Dari berbagai pengertian tersebut, dapat disimpulkan manajemen adalah usaha manusia untuk mencapai tujuan dengan cara yang paling efektif dan efisien. Usaha ini merupakan bagian dari proses manajemen, yaitu rangkaian kegiatan yang dilakukan secara berurutan atau kronologis. Rangkaian kegiatan meliputi penetapan tujuan (*goal setting*), perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan atau pengendalian (*controlling*).

Sedangkan menurut Dipohusodo (1996), proyek adalah upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Heizer dan Render (2006) menjelaskan bahwa proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama. Schwalbe yang diterjemahkan oleh Dimiyati dan Nurjaman (2014) menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Nurhayati (2010) menjelaskan bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan Larson (2006) menjelaskan sebuah proyek adalah usaha yang kompleks, tidak rutin, yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Sehingga proyek sendiri dari berbagai definisi diatas dapat diartikan sebagai usaha yang mempunyai awal dan akhir dan dijalankan untuk memenuhi tujuan yang telah ditetapkan dalam biaya, jadwal, dan sasaran kualitas. Dari definisi ini, manajemen proyek dapat diartikan sebagai proses kegiatan untuk melakukan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian atas sumber daya organisasi yang dimiliki perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu dan sumber daya tertentu pula.

Atau menurut Husen (2009), Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja (Husen 2009). Sedangkan Menurut Ervianto (2005), manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

Namun Menurut Heizer & Render, (2006), manajemen proyek (*Project Management*) adalah suatu rangkaian aktivitas yang didalamnya terdiri dari kegiatan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek yang terdiri dari beberapa aktivitas/kegiatan. Manajemen proyek dapat diterapkan pada jenis proyek apapun, dan dipakai secara luas untuk menyelesaikan proyek yang besar dan kompleks. Fokus utama manajemen proyek adalah pencapaian tujuan akhir proyek dengan segala batasan yang ada, waktu, dan dana yang tersedia. Tujuan utamanya adalah membantu manajemen dalam menyusun penjadwalan (*scheduling*) suatu proyek, menentukan total waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu proyek, menentukan aktivitas/kegiatan yang perlu didahulukan, dan menentukan biaya yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu proyek. Semuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus-menerus dengan berjalannya waktu.

Heizer dan Render (2006) berpendapat Manajemen proyek tidak lagi menjadi manajemen yang diperlukan secara khusus. Dalam bisnis, manajemen proyek sudah menjadi cara standar dan telah menjadi bagian umum karena semakin banyaknya usaha perusahaan

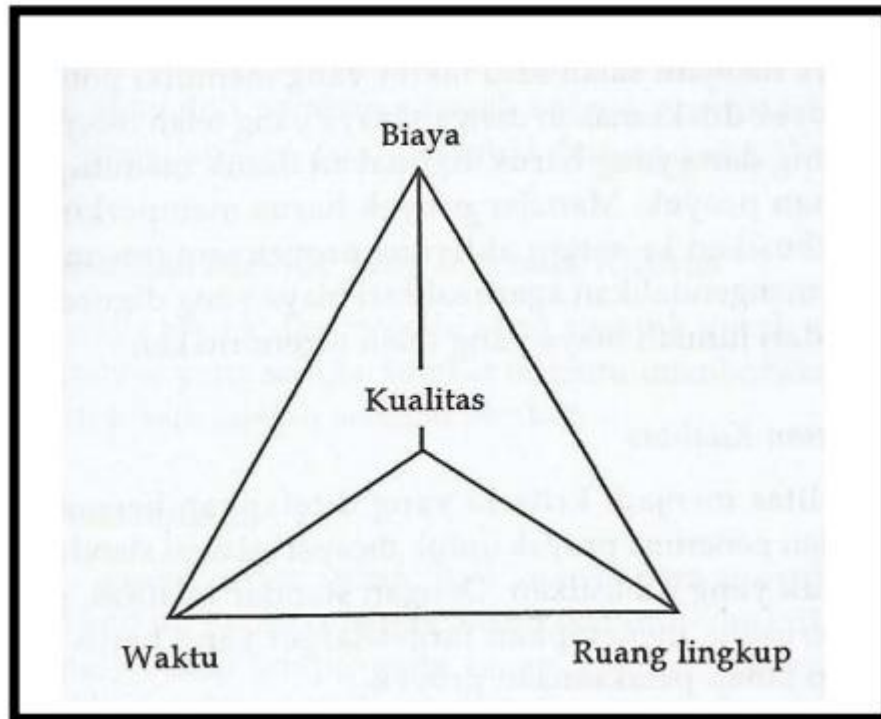
yang digarap sebagai proyek. Kepentingan dan peran proyek di masa mendatang akan semakin memberikan kontribusi bagi arah strategis perusahaan. Manajemen proyek merupakan suatu pemikiran tentang manajemen yang ditujukan untuk mengelola kegiatan yang berbentuk proyek.

PMBOK (Project Management Body of Knowledge) yang diterjemahkan oleh Budi Santoso (2009) mendefinisikan manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknik (*techniques*) dalam aktifitas-aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek.

Sehingga jika disimpulkan, pada umumnya kegiatan manajemen berfokus pada kegiatan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian dari proses yang akan berlangsung seperti proses produksi atau penghantaran jasa. Sedangkan manajemen proyek memiliki perbedaan dari kegiatan manajemen pada umumnya, karena sebuah proyek memiliki batasan-batasan seperti adanya batasan ruang lingkup dan biaya untuk suatu kegiatan yang penting, yang dibatasi oleh waktu.

2.4.1. Segitiga *Project Constraint*

Proses manajemen itu bertujuan mencapai sasaran tertentu dengan menjalankan fungsi-fungsi manajemen dan mendayagunakan sumber daya yang tersedia. Penerapan fungsi-fungsi manajemen (*planning, organizing, staffing, leading, controlling*) dalam pelaksanaan proyek adalah hal yang penting untuk menunjang keberhasilan proyek. Dalam pelaksanaannya, manajemen proyek selalu dibatasi oleh kendala-kendala yang sifatnya saling mempengaruhi dan biasa disebut sebagai segitiga *project constraint* yaitu lingkup pekerjaan, waktu, dan biaya. Dimana keseimbangan ketiga konstrain tersebut akan menentukan kualitas suatu proyek. Perubahan salah satu atau lebih faktor tersebut akan mempengaruhi setidaknya satu faktor lainnya. (*PMBOK Guide, 2004*). Segitiga Project Constraint dapat dilihat pada gambar 2.31.



Gambar 2.31. Segitiga *Project Constraint*

(Sumber: Schwalbe K dalam buku Hamdan Dimiyati & Kadar Nurjaman, 2014)

2.4.1.1. Batasan Waktu

Proyek dilaksanakan dengan memperhatikan waktu penyerahan produk atau hasil akhir sesuai dengan kesepakatan pihak-pihak yang berkepentingan. Keberhasilan dari sebuah proyek dapat diukur dari ketepatan waktu sesuai dengan yang telah direncanakan. Keterlambatan penyelesaian proyek akan berdampak buruk pada kredibilitas pelaksana proyek.

2.4.1.2. Batasan Ruang Lingkup

Ruang lingkup menyatakan batasan pekerjaan yang harus diselesaikan dalam sebuah proyek. Ruang lingkup memberikan gambaran sejauh mana tanggung jawab pelaksana proyek dan hasil-hasil yang harus dilaporkan atau diserahkan kepada pemberi proyek.

2.4.1.3. Batasan Biaya

Biaya menjadi salah satu faktor yang memiliki potensi risiko tinggi. Proyek dilaksanakan dengan biaya yang telah disepakati oleh

penyandang dana yang harus digunakan untuk menutupi seluruh pembiayaan proyek. Manajer proyek harus memperkirakan dan mendistribusikan ke setiap aktivitas proyek yang membutuhkan dana dan mengendalikan agar realisasi biaya yang digunakan tidak melebihi dari jumlah biaya yang telah direncanakan.

2.4.1.4. Batasan Kualitas

Kualitas menjadi kriteria yang ditetapkan bersama antara pemberi dan penerima proyek untuk dicapai sebagai standar kualitas dari produk yang dihasilkan. Dengan standar kualitas, pelaksana proyek berusaha menetapkan target-target yang harus dipenuhi dari setiap tahap pelaksanaan proyek.

Keempat Batasan tersebut saling mempengaruhi. Hubungan ini bersifat tarik-menarik. Untuk menghasilkan kualitas yang lebih tinggi diperlukan biaya yang tinggi atau ruang lingkup yang lebih kecil. Jika menginginkan waktu penyelesaian proyek dipercepat, perlu biaya yang lebih besar. Jika ruang lingkup proyek bertambah setelah penetapan estimasi waktu dan biaya, maka harus diikuti dengan meningkatkan waktu dan atau biaya.

2.5. Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif

Dalam sebuah penelitian, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Yaitu dengan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan semi kuantitatif.

Pendekatan kuantitatif adalah sebuah pengukuran numerik dimana seluruh informasi yang didapatkan dikonversi menjadi angka. Pendekatan ini lebih menekankan pada pengukuran dan hubungan antar variabel (Denzin dan Lincoln, 2000). Pendekatan kualitatif adalah sebuah pendekatan kompleks yang menguraikan informasi maupun pemahaman dari masyarakat kedalam bentuk gambar dan kata-kata, untuk menggambarkan apa yang peneliti temukan oada penelitiannya (Taylor dan Bogdan, 1984). Sedangkan pendekatan semi kuantitatif adalah penggunaan kualitatif yang diberi nilai angka (Yayon, 2006).

Hancock dan Windridge (1998) menjelaskan penelitian berbasis kualitatif sering dimulai dari pertanyaan-pertanyaan seperti: mengapa, bagaimana, dan seperti apa. Sedangkan

penelitian berbasis kuantitatif lebih sering dimulai dengan pertanyaan-pertanyaan seperti seberapa besar, seberapa banyak, seberapa sering, dan sejauh mana.

2.6. Risk Assessment

2.6.1. Resiko

Definisi resiko menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Menurut Arthur J. Keown (2000), risiko adalah prospek suatu hasil yang tidak disukai (operasional sebagai deviasi standar). Definisi resiko menurut Hanafi (2006) risiko merupakan besarnya penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan (expected return –ER) dengan tingkat pengembalian aktual (actual return).

Namun, H. Abbas Salim di dalam bukunya Asuransi dan Manajemen Resiko (1998), mengatakan bahwa resiko adalah ketidakpastian atau *uncertainly* yang mungkin melahirkan kerugian, Menurut Martono dan Agus Harjito pengertian resiko merupakan penyimpangan hasil (*return*) yang di peroleh dari rencana hasil (*return*) yang di harapkan. Sedangkan Ferdinand Silalahi mendefinisikan resiko adalah penyimpangan hasil aktual dari hasil yang diharapkan.

Sehingga Resiko dapat dirumuskan menjadi:

$$P_{Success} + P_{Fail} = 1 \quad \text{Sehingga} \quad P_{Fail} = 1 - P_{Success}$$

Analisa Resiko (*Risk Assessment*) merupakan teknik pengolahan resiko yang diakibatkan oleh pemodelan suatu sistem. *Risk assessment* mensyaratkan dan menyediakan data kualitatif dan kuantitatif kepada pengambil keputusan untuk dipergunakan dalam manajemen resiko (*Risk Analysis in Engineering and Economics*, 2003). *Risk Assessment* atau *risk analysis* mengatur proses identifikasi kecelakaan, nilai kemungkinan kejadian dan nilai konsekuensi. Teknik ini menjawab dari tiga pertanyaan dasar meliputi: (1) Apa saja yang dapat mengalami kegagalan? (2) Apa saja yang dapat menyebabkan kegagalan? (3) Apa saja konsekuensi yang diakibatkan dari kegagalan tersebut?

Risk assessment process harusnya ditunjang dengan pengalaman yang terkumpul dari pelaksanaan proyek (termasuk manajer) dan sumber data, bentuk risk assessment sebelumnya yang dihubungkan dengan analisis dan evaluasi kegagalan menggunakan berbagai teknik perkiraan (*Risk Analysis in Engineering and Economics*, 2003). Dari berbagai definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa resiko dihubungkan

dengan kemungkinan terjadinya akibat buruk (kerugian) yang tidak diinginkan atau tidak diduga. Dengan kata lain, kemungkinan itu sendiri sudah menunjukkan adanya ketidakpastian. Sehingga dapat dikatakan ketidakpastian adalah penyebab utama terjadinya resiko.

Didalam pembahasan resiko, terdapat yang dinamakan *hazard*, *peril*, dan *losses*. *Hazard* (bahaya) adalah suatu keadaan yang dapat memperbesar kemungkinan terjadinya suatu *peril* (bencana), atau disebut juga *chance of loss* (kesempatan terjadinya kerugian) dari suatu bencana tertentu. *Peril* (bencana) didefinisikan suatu keadaan/peristiwa yang dapat menimbulkan kerugian, seperti kebakaran, banjir, gempa, kecelakaan, peledakan, pencurian, penyakit, dan sebagainya. Sedangkan *losses* (kerusakan) dapat diartikan sebagai kerugian yang diderita akibat dari kejadian yang tidak diharapkan tapi ternyata terjadi (Husen, 1998).

2.6.2. Mengidentifikasi Resiko

Kegiatan pengidentifikasian resiko merupakan hal yang sangat penting bagi seorang manajer. Adapun langkah yang dilakukan manajer resiko adalah dengan membuat daftar (*check-list*) kerugian potensial yang mungkin terjadi menimpa setiap perusahaan atau usaha dagang dan menentukan kegiatan potensial yang tercantum dalam *check-list* yang dihadapi perusahaan.

Sumber-sumber informasi yang dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan daftar kerugian potensial diperoleh dari data perusahaan atau usaha dagang asuransi. Daftar kerugian potensial digunakan oleh manajemen risiko dalam menentukan cara menanggulangi risiko yang dihadapi perusahaan atau usaha dagang. Selain itu digunakan dalam rangka me-review dan mengevaluasi dari program yang dapat digunakan antara lain:

2.6.2.1. Daftar Pertanyaan

Untuk menganalisa resiko dari jawaban-jawaban terhadap pertanyaan tersebut diharapkan dapat memberikan petunjuk-petunjuk tentang dinamika informasi khusus, yang dapat dirancang secara sistematis tentang risiko yang menyangkut kekayaan maupun operasi perusahaan atau usaha dagang.

2.6.2.2. Menggunakan Laporan Keuangan

Dengan menganalisa neraca, laporan pengoperasian dan catatan-catatan pendukung lainnya, akan dapat diketahui semua harta kekayaan, hutang piutang dan sebagainya. Sehingga dengan merangkaikan laporan-laporan tersebut berdasarkan ramalan-ramalan anggaran keuangan akan dapat menentukan penanggulangan risiko di masa mendatang.

2.6.2.3. Dengan Inspeksi Langsung ditempat

Hal ini dilakukan dengan mengadakan pemeriksaan secara langsung di tempat dimana dilakukan aktivitas perusahaan atau usaha dagang. Sehingga dari pengamatan itu manajer risiko dapat belajar banyak mengenai kenyataan-kenyataan di lapangan, yang akan bermanfaat bagi upaya penanggulangan risiko.

2.6.2.4. Mengadakan Interaksi dengan departmen

Tujuan dari interaksi antar departemen agar diperoleh informasi tentang aktivitas dan kemungkinan kerugian yang dihadapinya.

2.6.2.5. Mengadakan Hubungan dengan Pihak Luar

Mengadakan hubungan dengan perseorangan ataupun perusahaan atau usaha dagang lain, terutama pihak-pihak yang dapat membantu perusahaan atau usaha dagang dalam penanggulangan risiko, seperti akuntan, penasihat hukum, konsultan manajemen, perusahaan asuransi dan sebagainya. Mereka itu akan dapat banyak membantu dalam mengembangkan identifikasi terhadap kerugian-kerugian perusahaan atau usaha dagang.

2.6.2.6. Analisa Terhadap Kontrak yang Telah dibuat Dengan Pihak Lain

Dari analisa tersebut akan dapat diketahui kemungkinan adanya risiko dari kontrak tersebut, misalnya rekanan tidak dapat memenuhi kewajibannya.

2.6.2.7. Membuat Dan Menganalisa Catatan Berbagai-macam Kerugian yang Telah Diderita

Dari catatan itu dapat diperhitungkan kemungkinan terulangnya suatu jenis risiko tertentu, di samping itu dari catatan tersebut dapat diketahui penyebab, lokasi, jumlah dan variabel- variabel risiko lainnya, yang perlu diperhatikan dalam upaya penanggulangan risiko.

2.6.2.8. Mengadakan Analisa Lingkungan

Langkah itu sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi yang mempengaruhi timbulnya risiko seperti konsumen, supplier, penyalur, pesaing, dan penguasa (pembuat peraturan atau perundangan-undangan).

Untuk melakukan pekerjaan itu semua, seorang manajer risiko dapat melakukan sendiri, menugaskan anak buah atau menggunakan jasa pihak ketiga, seperti konsultan manajemen, broker asuransi, perusahaan asuransi. Penggunaan jasa dari pihak ketiga di samping ada kelemahannya, juga ada keuntungannya, karena umumnya pihak ketiga itu sudah profesional di bidangnya, sehingga hasilnya akan lebih lengkap dan objektif. Sedangkan kelemahannya antara lain biayanya yang tidak murah, sedang bila menggunakan jasa broker atau perusahaan asuransi, identifikasinya akan lebih diarahkan pada risiko potensial yang dapat dialihkan terutama yang sesuai dengan bidangnya.

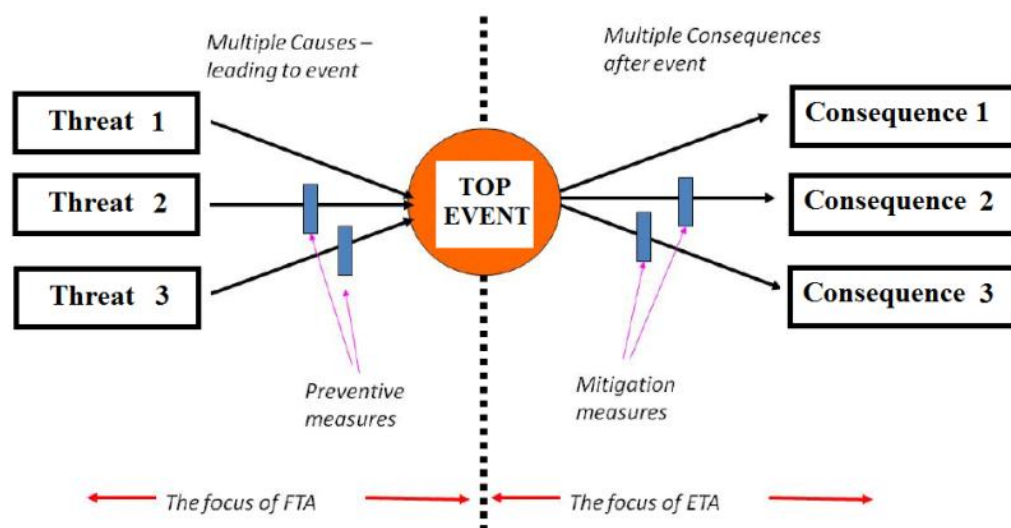
2.7. *Bow Tie Analysis*

Bow Tie Analysis merupakan metode dalam *risk assessment* yang menunjukkan hubungan antara *hazard* dan konsekuensi-konsekuensi yang ditimbulkan. Kelebihan dari metode ini yaitu upaya pencegahan dan *recovery control* dapat diilustrasikan dalam bentuk diagram yang detail dengan menunjukkan ilustrasi bagaimana sebuah *accident* dapat dicegah (*Civil Aviation Authority of Singapore, 2009*).

Menurut Ivan Lanin (2012) Analisis *bowtie* (dasi kupu-kupu) adalah metode diagramatis untuk menggambarkan dan menganalisis jalur suatu risiko dari penyebab hingga dampaknya. Metode ini sering dianggap sebagai kombinasi dari metode pohon kesalahan (*FTA, fault tree analysis*) yang menganalisis penyebab peristiwa dengan metode pohon peristiwa (*ETA, event tree analysis*) yang menganalisis dampak. Namun *bowtie* lebih

berfokus kepada penghambat (*barrier*) antara penyebab dan risiko, serta antara risiko dan dampak. Metode ini disebut *bowtie* karena diagram yang dihasilkan menyerupai dasi kupu-kupu dengan penyebab dan dampak masing-masing menjadi dua sayap kiri kanan yang mengapit peristiwa risiko di bagian tengah seperti pada gambar 2.32. dibawah ini.

Bowtie analysis berkembang dari industri minyak dan gas bumi pada sekitar akhir 1970-an untuk manajemen K3 (*health & safety*). *Royal Dutch Shell* adalah perusahaan besar yang pertama diketahui menerapkan analisis ini dalam praktik bisnis mereka dalam sistem yang disebut *THESIS* (*The Health, Environment, Safety Information System*).



Gambar 2.32. Bow Tie Analysis Diagram
(Sumber: NEBOSH National Diploma – Unit A, 2005)

2.7.1. Proses Penyusunan Bowtie

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mahandeka (2015), secara garis besar, tahap-tahap langkah-langkah dalam penyusunan *bow tie analysis*, dapat diurutkan sebagai berikut:

- 2.7.1.1. Identifikasi *Hazard*
- 2.7.1.2. Identifikasi *Top Event* dan Tujuannya
- 2.7.1.3. Identifikasi *Thread*
- 2.7.1.4. *Preventive Control*
- 2.7.1.5. Identifikasi Konsekuensi
- 2.7.1.6. *Recovery Control*

2.7.2. *Fault Tree Analysis (FTA)*

Keterlambatan proyek merupakan permasalahan klasik yang ada pada proses pengerjaan proyek, maka dari itu harus diketahui penyebabnya agar tidak terulang lagi kejadian seperti itu. Salah satu metode untuk mengidentifikasi keterlambatan proyek itu adalah dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode ini memfokuskan untuk mencari penyebab kegagalan dan tidak membahas tentang akibat yang terjadi.

Fault Tree Analysis pertama kali diperkenalkan di Laboratorium Bell dan merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam sistem keandalan, pemeliharaan, dan analisis keelamatan. FTA merupakan prosedur deduktif yang digunakan untuk menentukan berbagai kombinasi *hardware* dan *software* serta kegagalan manusia (disebut *top event*) sebagai tingkatan dalam sistem FTA (Koceciglu, 1991).

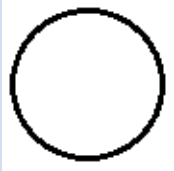

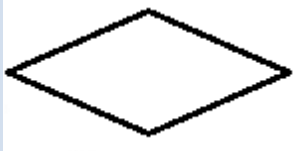
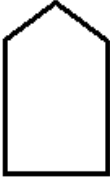
Menurut Rosyid (2007), *fault tree analysis* adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi semua sebab yang mungkin (kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya yang terjadi sendiri atau bersama-sama) menyebabkan kegagalan sistem dan memberi pijakan perhitungan peluang kejadian kegagalan tersebut. FTA dapat dipakai untuk kasus dengan kombinasi kegagalan komponen, sehingga FTA cocok dipakai untuk sistem dengan redundansi.

2.7.2.1. Simbol – simbol dalam *FTA*

Dalam menggambarkan *fault tree* digunakan simbol standar untuk mempermudah analisis. Terdapat empat jenis simbol, *Primary Event Symbol*, *Gate Symbol*, *Intermediate Event Symbol*, dan *Transfer Symbol* yang masing masing simbolnya akan dijelaskan pada Tabel 2.1., Tabel 2.2., Tabel 2.3, dan Tabel 2.4.

Tabel 2.1. Primary Event Symbol

(Sumber: Kocecioglu, 1991)

<i>Primary Event Symbol</i>	Keterangan
 <p><i>Basic Event</i></p>	Menggabarkan suatu basic initiating fault yang tidak memerlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut.
 <p><i>Conditioning Event</i></p>	Kondisi spesifik atau batasan yang digunakan untuk <i>logic gate</i> apapun (biasanya diutamakan digunakan pada “ <i>priority and</i> ” dan “ <i>inhibit gate</i> ”).)
 <p><i>Undeveloped Event</i></p>	Suatu “ <i>fault event</i> ” yang tidak diperiksa lebih lanjut karena keterbatasan informasi/karena dianggap kurang penting
 <p><i>External Event</i></p>	Suatu <i>event</i> yang sudah ada/ <i>exist</i> terlebih dahulu yang mendukung terjadinya kegagalan.


Tabel 2.2. Gate Symbol

(Sumber: Koceciologlu, 1991)

<i>Gate Symbol</i>	Keterangan
 <i>And Gate</i>	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika dan hanya jika semua <i>input</i> ada/terjadi (<i>exist</i>).
 <i>Or Gate</i>	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika satu atau lebih <i>input event</i> ada/terjadi (<i>exist</i>).
 <i>Inhibit Gate</i>	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika <i>input events</i> ada dan <i>inhibit condition</i> terpenuhi.
 <i>Priority Gate</i>	Menunjukkan bahwa <i>Fault output</i> akan terjadi jika <i>fault output</i> terjadi dengan berurutan.


Tabel 2.3. Intermediate Event Symbol

(Sumber: Koceciologlu, 1991)

<i>Intermediate Event Symbol</i>	Keterangan
 <i>Intermediate Event</i>	Suatu <i>fault tree</i> yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan lainnya yang disusun menggunakan “ <i>logic gate</i> ”.

Tabel 2.4. Transfer Symbol

(Sumber: Kocecioglu, 1991)

<i>Transfer Symbol</i>	Keterangan
 <i>Transfer Symbol</i>	Menunjukkan bahwa <i>fault tree</i> berhubungan lebih lanjut dengan <i>fault tree</i> di lembaran halaman lain.

2.7.2.2. Langkah-langkah Pengerjaan *FTA*

Langkah-langkah dalam penerapan *FTA* (*Fault Tree Analysis*) ini adalah sebagai berikut:

2.7.2.2.1. Mengidentifikasi masalah yang akan dianalisis (*problem definition*).

Penentuan masalah digunakan untuk mencari *top event* (peristiwa puncak), situasi atau keadaan penuh resiko yang teridentifikasi secara spesifik yang didapatkan potensi kawasan tersebut. Adapun syaratnya adalah:

2.7.2.2.1.1. Pada *FTA* masalah adalah *particular accidents* atau *main system failure* yang disebabkan sebagai *top event*.

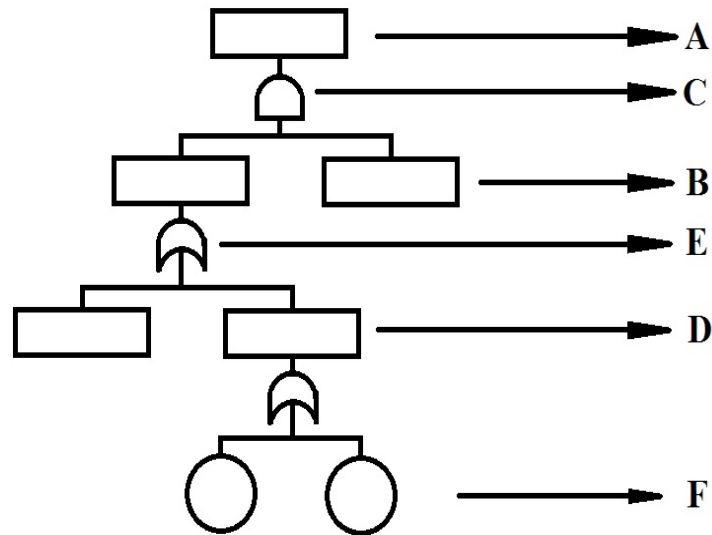
2.7.2.2.1.2. *Top Event* jangan terlalu umum.

2.7.2.2.1.3. *Top Event* jangan terlalu sempit.

2.7.2.2.1.4. *Top Event* harus spesifik untuk masalah yang akan dianalisis, sebisa mungkin mengandung 3W, yaitu *what, where, when*.

2.7.2.2.2. Membuat gambar konstruksi *fault tree analysis*.

Penggambaran *FTA* dimaksudkan untuk mengetahui hubungan yang logis antara *basic event* dan *top event* yang telah ditentukan sebelumnya. Cara pembuatan *FTA* dimulai dari *top event*, kemudian ke *event* berikutnya sampai akhirnya ke *basic event*. Seperti pada gambar 2.33. dan yang dijelaskan pada Tabel 2.5.



Gambar 2.33. Langkah Pembuatan *Fault Tree Analysis*
(Sumber: Mahandeka, 2015)

Tabel 2.5. Langkah Pembuatan *Fault Tree Analysis*
(Sumber: Mahandeka, 2015)

No	Keterangan
A	Menetapkan kejadian puncak (<i>top event</i>) yang telah ditentukan sebelumnya.
B	Menentukan <i>Intermediate Event</i> tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
C	Menentukan hubungan <i>Intermediate Event</i> tingkat pertama terhadap kejadian puncak dengan menggunakan gerbang logika (<i>logic gate</i>).
D	Menentukan <i>Intermediate Event</i> tingkat kedua terhadap <i>Intermediate Event</i> tingkat pertama.
E	Menentukan hubungan <i>Intermediate Event</i> tingkat kedua ke <i>Intermediate Event</i> tingkat pertama
F	Melanjutkannya sampai ke <i>Basic Event</i>

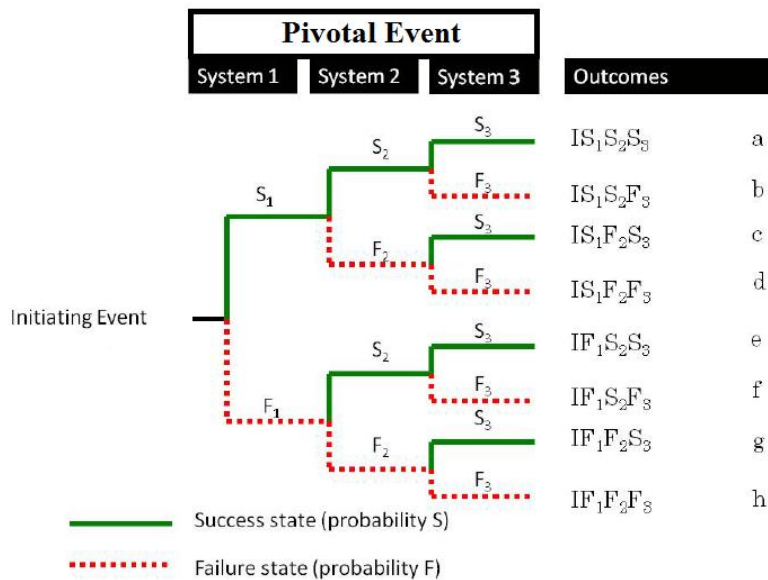
2.7.3. *Event Tree Analysis (ETA)*

Event Tree Analysis (ETA) merupakan metode yang dipergunakan untuk menganalisis berbagai dampak yang dilakukan oleh suatu kejadian yang dikaji. Metode ini digunakan untuk memperkirakan dan menilai probabilitas dari setiap konsekuensi yang dapat timbul dari suatu kejadian. Sehingga metode ini sebagai acuan dalam mengantisipasi berbagai konsekuensinya.

Langkah pertama dalam proses analisis menggunakan metode *event tree analysis* adalah dengan menggambar sedetail mungkin bagian sistem yang berhubungan dengan kejadian utama yang dikaji. Langkah ini dilakukan untuk memperoleh hasil perkiraan kejadian-kejadian yang mungkin terjadi setelah terjadinya kejadian utama tersebut. Proses ini sangat bergantung pada bagian sistem yang digambarkan, semakin detail maka semakin banyak pula kejadian-kejadian yang diperkirakan. Hasilnya konsekuensi atau skenario yang dapat diperkirakan cenderung semakin *valid*.

Langkah kedua adalah dengan menggambar *event tree diagram* sesuai dengan seluruh kejadian-kejadian yang telah diperkirakan. Setiap kejadian pada tiap diagram berbentuk sebuah pertanyaan yang dapat dijawab dengan “ya” dan “tidak”. Setiap jawaban menginisiasi kejadian terkait yang lain dan terus dilakukan hingga diketahui konsekuensi akhir dari setiap cabang kejadian perkiraan.

Langkah ketiga merupakan tahap nilai kemungkinan (*probability*) atas jawaban dari setiap kejadian perkiraan yang tertera pada diagram. Total nilai kemungkinan untuk setiap kejadian kemudian dikalikan dengan nilai kemungkinan jawaban dari kejadian yang lain yang sesuai dengan alur konsekuensi yang dituju, sehingga didapat nilai kemungkinan dari setiap konsekuensi pada diagram. Total nilai kemungkinan dari seluruh konsekuensi pada diagram berjumlah 1 atau 100%. Jika nilai total tidak sama dengan 1 atau 100% maka diagram tersebut perlu dicek ulang untuk mencari kemungkinan kesalahan pada proses penjumlahan ataupun kesalahan dalam proses memasukkan nilai kemungkinan pada tiap kejadian. Bentuk *event tree analysis diagram* dapat dilihat pada gambar 2.34. di bawah ini.



Gambar 2.34. Event Tree Analysis Diagram

(Sumber: NEBOSH National Diploma – Unit A, 2005)

Berikut adalah tabel 2.6. yang merupakan keterangan dari berbagai istilah dari *event tree analysis*, dari gambar yang tersaji pada Gambar 2.34. Diagram Event Tree:

Tabel 2.6. Istilah dalam Event Tree Analysis

(Sumber: NEBOSH National Diploma – Unit A, 2005)

NO	Istilah	Definisi
1	Initiating Event (IE)	Kegagalan Sistem atau <i>undesired event</i> yang menyebabkan konsekuensi. IE mengakibatkan konsekuensi bergantung pada sukses atau gagalnya metode pencegahan yang didesign pada sistem tersebut.
2	Pivotal Event	Pivotal Event merupakan sub-sistem yang berada diantara IE dan Outcome. Sub-sistem ini merupakan sub-sistem sukses atau gagal yang dibangun untuk proses mitigasi konsekuensi.
3	Outcome / Consequence	Skenario akhir yang merupakan konsekuensi. Hasil dari rangkaian kejadian yang dimulai dari initiating event dan biasanya diikuti dengan satu atau lebih pivotal event.

2.8. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang dijelaskan pada tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2.7. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Judul
Amalia, Ridhiati	2012	“Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode Fault Tree Analysis”.
Hervanda, Yosi	2013	“Analisis Keterlambatan Proyek Konstruksi Jalan Yang Disebabkan Faktor Material di Kabupaten Rokan Hulu”.
Putra, Andika Trisna	2014	“Evaluasi keterlambatan pada Proyek Pembangunan Jacket Structure: Studi Kasus Proyek EPCC Bukti Tua PT. PAL Indonesia”.
Mahandeka, Dhirga Sukma	2015	“Analisis Perencanaan Proyek Berbasis Resiko: Wooden Sailing Boat Project –Maritime Challenge ITS”.

Amalia (2012), Putra (2014), Mahandeka (2015) melakukan penelitaian yang minitik beratkan pada mencari faktor utama yang disebabkan terjadinya keterlambatan objek penelitian sebuah proyek.

Hanya dalam penelitian Mahandeka (2015) dimana peneliti menambahkan proses analisis yang tidak hanya berhenti pada identifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan namun juga mengidentifikasi skenario konsekuensi-konsekuensi yang ditimbulkan dari akibat keterlambatan proyek dengan menggunakan ETA.

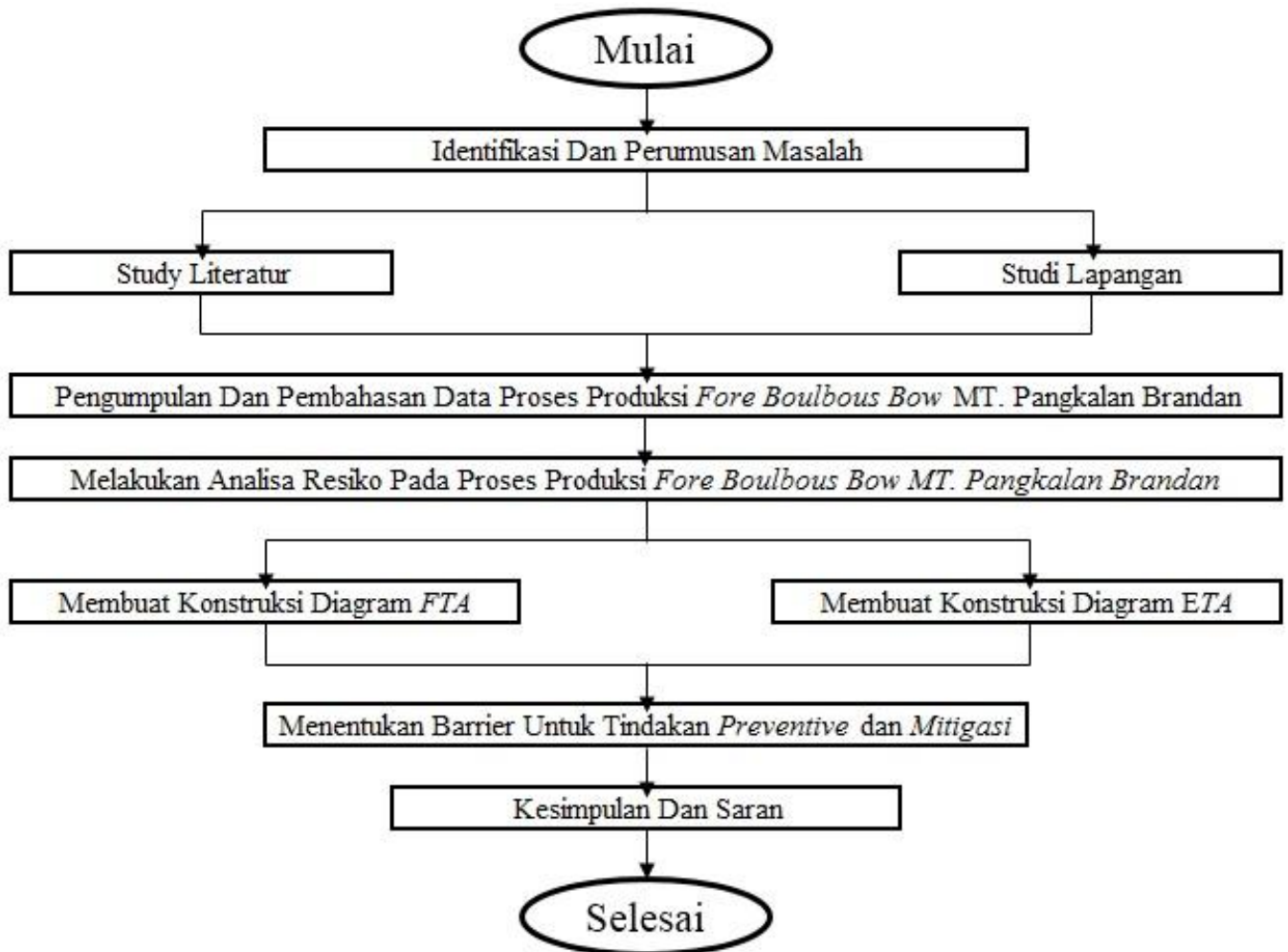
Berdasarkan daris inilah, peneliti mencoba untuk menggunakan metode yang sama dalam meneliti proses produksi foreboul bow pada MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan didalam menyelesaikan Tugas Akhir ini akan dijelaskan pada Iflow chart berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.2. Diagram Alir Membuat Konstruksi Diagram FTA



Gambar 3.3. Diagram Alir Membuat Konstruksi Diagram ETA

3.2. Prosedur Penelitian

Adapun Prosedur dan langkah-langkah penelitian dalam Tugas Akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Dalam melakukan sebuah penelitian tahap awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang akan diangkat dalam topik tugas akhir. Identifikasi merupakan suatu pernyataan bahwa terdapat suatu permasalahan yang akan dijelaskan penyebabnya serta bagaimana langkah penyelesaiannya. Dari perumusan masalah kemudian ditetapkan tujuan penelitian agar penelitian menjadi jelas dan terarah. Selanjutnya dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mencari referensi serta

penelitian terdahulu yang kemudian dapat dijadikan perbandingan mengenal gap yang ditemukan.

3.2.2. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Untuk membantu dalam penulisan tugas akhir ini diperlukan banyak literatur-literatur yang mendukung, yang berfungsi sebagai pengembangan wawasan dan analisis. Adapun studi literatur yang diperlukan antara lain:

- 3.2.2.1. Studi mengenai proses pembangunan kapal.
- 3.2.2.2. Studi mengenai manajemen proyek dan *risk assessment*.
- 3.2.2.3. Studi mengenai *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis*.
- 3.2.2.4. Studi mengenai *Bow Tie Analysis*.

3.2.3. Pengumpulan Dan Pembahasan Data Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* MT. Pangkalan Brandan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai bahan untuk mendukung hipotesa dari penelitian. Data yang akan diolah berkaitan dengan evaluasi kinerja proyek sebagai bahan analisis dan kondisi eksisting dari organisasi proyek. Data yang diperlukan antara lain:

- 3.2.3.1. Data *General Arrangement* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan.
- 3.2.3.2. Data mengenai *flow* diagram proses produksi kapal tanker MT. Pangkalan Brandan.
- 3.2.3.3. Data mengenai fasilitas produksi (mesin dan peralatan) yang dimiliki.
- 3.2.3.4. Data mengenai kendala, resiko, dan kesulitan yang biasa terjadi dilapangan melalui proses wawancara para responden.

3.2.4. Melakukan Analisa Resiko Pada Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* MT. Pangkalan Brandan

Dari data-data yang telah diperoleh, maka akan dilakukan analisis dan pembahasan, diantaranya:

- 3.2.4.1. Menganalisa hasil wawancara untuk menemukan item pekerjaan yang mengalami keterlambatan dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi item pekerjaan yang mengalami keterlambatan.

3.2.4.2. Menganalisa berbagai aspek yang kemungkinan dapat mempengaruhi jalannya proses produksi, baik dari segi material, peralatan, *man power*, ruang lingkup kerja, maupun manajemen pada lapangan.

3.2.5. Membuat Konstruksi Diagram FTA

Untuk Membuat Diagram FTA perlu dilakukan:

- 3.2.5.1. Menetapkan *TOP EVENT*.
- 3.2.5.2. Menentukan tiap *Intermediate Event* sampai *Basic Event*.
- 3.2.5.3. Menentukan hubungan tiap *event* menggunakan *Logic Gate*.
- 3.2.5.4. Pengumpulan data untuk menentukan nilai tiap event.
- 3.2.5.5. Menginput nilai pada diagram FTA untuk tiap event.
- 3.2.5.6. Interpretasi hasil.

3.2.6. Membuat Konstruksi Diagram ETA

Untuk Membuat Diagram FTA perlu dilakukan:

- 3.2.6.1. Menetapkan *TOP EVENT*.
- 3.2.6.2. Menentukan tiap *Intermediate Event* sampai *Basic Event*.
- 3.2.6.3. Menentukan hubungan tiap *event* menggunakan *Logic Gate*.
- 3.2.6.4. Pengumpulan data untuk menentukan nilai tiap event.
- 3.2.6.5. Menginput nilai pada diagram FTA untuk tiap event.
- 3.2.6.6. Interpretasi hasil.

3.2.7. Menentukan *Barrier* Untuk Tindakan *Preventive* dan *Recovery*

Setelah Threat dan Outcome telah ditentukan, tahap selanjutnya adalah menentukan *barrier* untuk tindakan pencegahan (*preventive*) maupun tindakan mitigasi(*recovery*) dari proses produksi pada proyek pembangunan kapal tanker MT. Pangkalan Brandan.

3.2.8. Kesimpulan Dan Saran

Pada tahap akhir penelitian dibutuhkan analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna bagi peningkatan kinerja organisasi, proyek dan bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

Studi kasus yang diangkat dalam penelitian ini adalah proses produksi pada proyek pembangunan Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan. Proses produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan ini dilakukan oleh tim divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero) dengan *man power* baik dari intern PT. PAL INDONESIA (Persero) atau yang biasa disebut *Organic*, juga dari *labor* yang disewa per proyek (PKWT), maupun juga dari Pekerja Harian Lepas (PHL). Proses Produksi seluruhnya dilakukan pada Bengkel Konstruksi Lambung Divisi Kapal Niaga PT PAL INDONESIA (Persero) seperti pada gambar 4.1. dibawah ini.



Gambar 4.1. Bengkel Konstruksi Lambung Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero)

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

Penelitian ini menganalisa keterlambatan proses produksi *fore bouldouse bow* pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan dengan mencari faktor-faktor penyebabnya untuk menentukan *preventive controls* dan mencari konsekuensi-konsekuensinya dengan melakukan *recovery preparedness*. Data yang diperoleh dan digunakan dalam Tugas Akhir ini didapat melalui analisa dokumen yang ada pada Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero) dan melalui observasi lapangan dengan menggunakan teknik wawancara kepada tim yang bertanggung jawab pada pada proses produksi *fore bouldous bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan pada tahun 2015.

Pengerjaan yang diteliti meliputi keseluruhan proses produksi *fore bouldous bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan, baik dari proses fabrikasi yang meliputi proses identifikasi material, proses *blasting*, dan proses *painting*, proses *marking*, proses *cutting*, dan proses *bending*. Juga proses *Sub-Assembly* yang meliputi proses *fitting* dan *welding* antar profil. Maupun proses *Assembly* yang meliputi proses fitting dan welding antar panel, hingga *block* yang diteliti telah menunjukkan bahwa *block* telah memenuhi standart (*OK Class*) yang telah ditentukan oleh biro klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)*. Adapun data-data proyek yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.1. dan 4.2. dibawah ini.

Tabel 4.1. Jadwal Proses Produksi Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan
(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

Proses	Plan		Finnish	
	Start	Finish	Start	Finish
Fabrikasi	21 November 2011	12 Juni 2012	6 Juli 2011	8 September 2012
Sub-Assembly	09 Desember 2011	22 Juni 2012	8 Desember 2011	12 Juni 2013
Assembly	21 Desember 2011	26 Juni 2012	19 Januari 2012	12 Juli 2013

Tabel 4.2. Kegiatan Pekerjaan Pada Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker MT.

Pangkalan Brandan

(Sumber: Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero), 2015)

No	Uraian Kegiatan
A	Proses Fabrikasi
1	Proses <i>Blasting</i>
2	Proses <i>Painting</i>
3	Proses Marking
4	Proses Cutting
5	Proses Bending
B	Proses Sub-Assembly
1	Proses <i>Fitting</i> antar Komponen atau Profil
2	Proses <i>Welding</i> antar Komponen atau Profil
C	Proses Assembly
1	Proses <i>Fitting</i> antar <i>Panel</i>
2	Proses <i>Welding</i> antar <i>Panel</i>

4.2. Pengolahan Data Dan Analisis

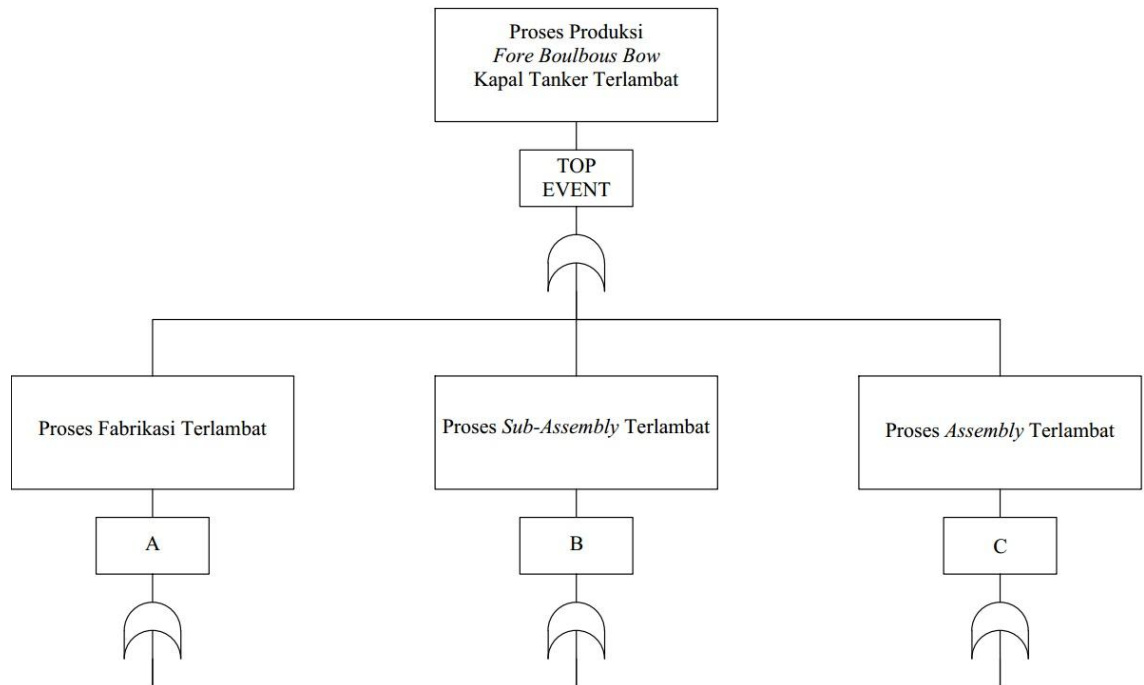
4.2.1. *Fault Tree Analysis*

4.2.1.1. Faktor Penyebab Keterlambatan Menggunakan FTA

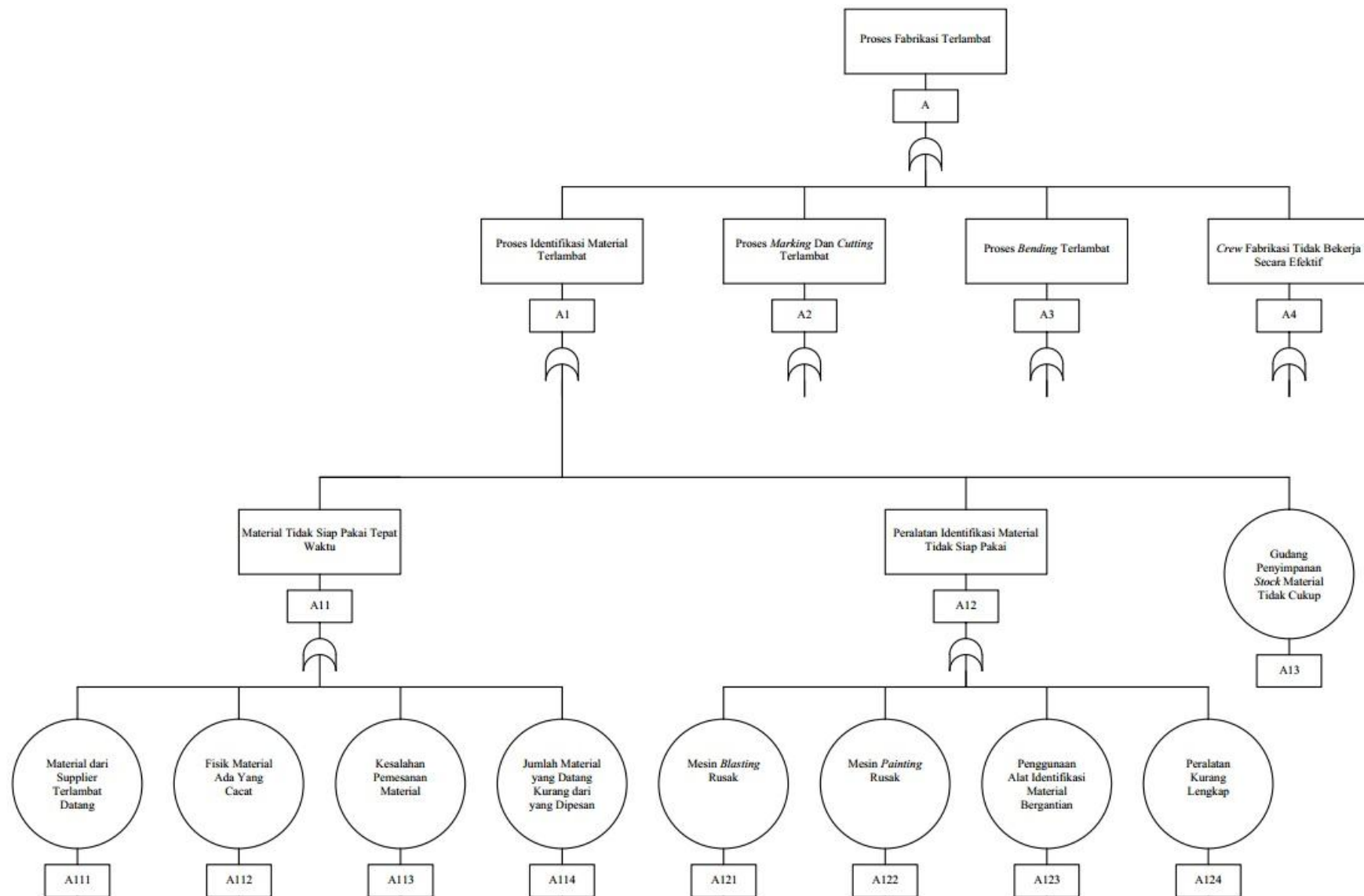
Melalui analisa dokumen yang ada pada Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero) dan melalui observasi lapangan dengan menggunakan teknik wawancara kepada tim yang bertanggung jawab pada pada proses produksi *fore boulbous bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan pada tahun 2015, dibuatlah skema diagram pohon kegagalan (*fault tree analysis*) dengan kejadian puncak (*top event*) yaitu Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker Terlambat.

Pada gambar 4.2. dibawah ini didapatkan bahwa penyebab terjadinya keterlambatan proses produksi *fore boulbousbow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan disebabkan oleh tiga faktor, yaitu proses fabrikasi

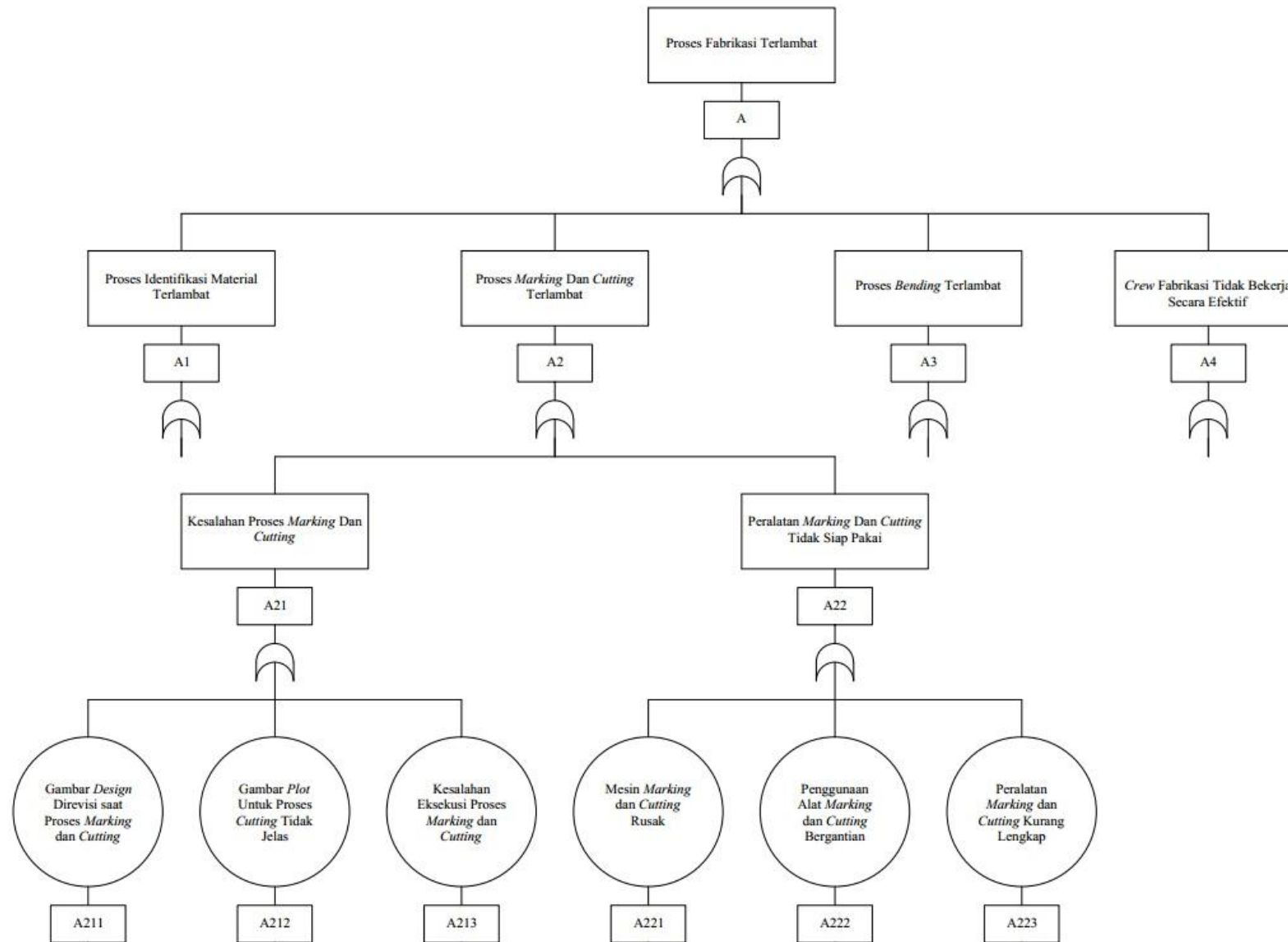
terlambat, proses *sub-assembly* terlambat, proses *assembly* terlambat. Adapun pada gambar 4.3, 4.4, 4.5, dan 4.6 diperjelas faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pada proses fabrikasi. Pada gambar 4.6, 4.7, 4.8, dan 4.9 diperjelas faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pada proses *sub-assembly*. Dan pada gambar 4.10, 4.11, 4.12, dan 4.13 diperjelas faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pada proses *assembly*.



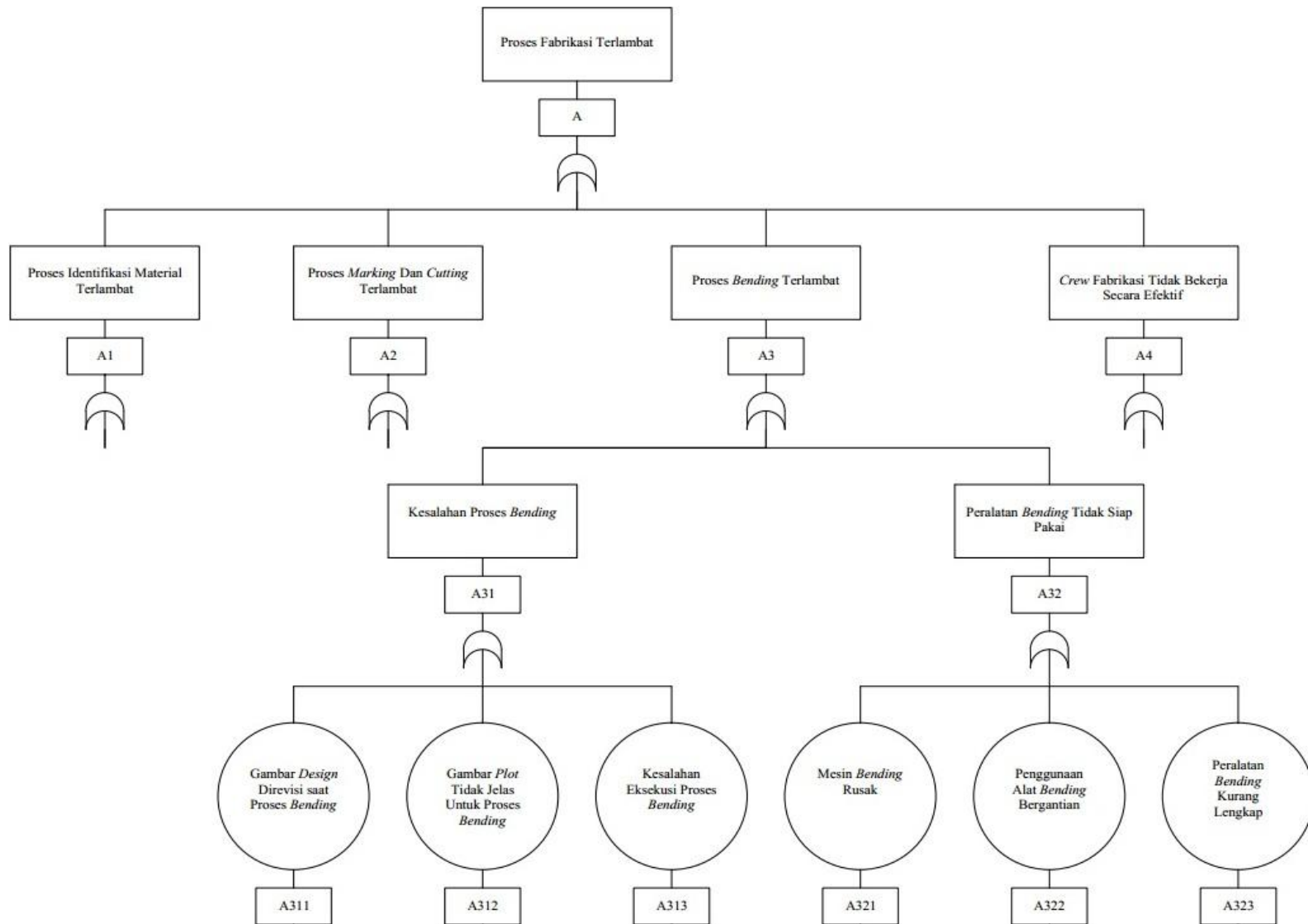
Gambar 4.2. *Intermediate Event* untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker



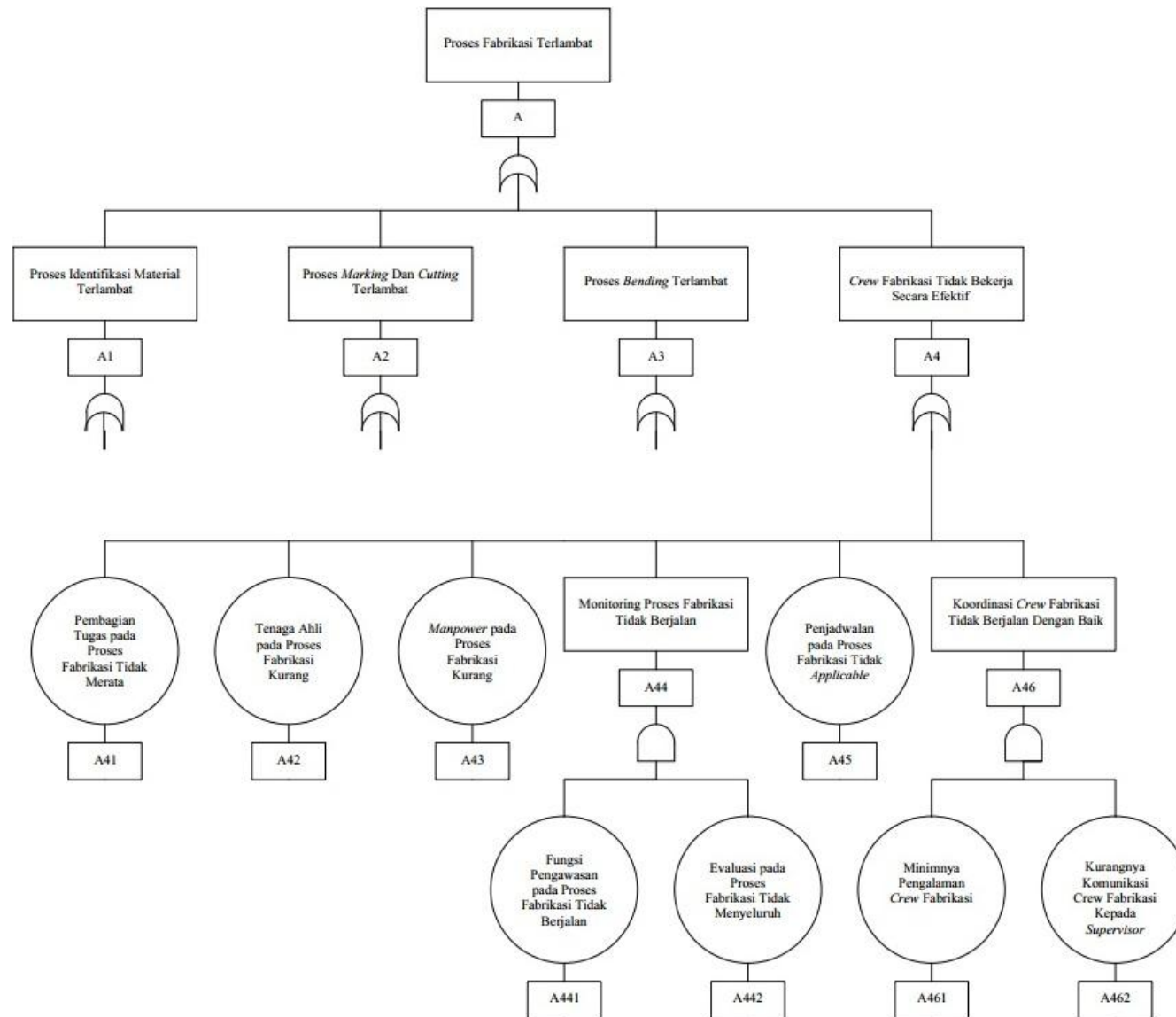
Gambar 4.3. Diagram FTA untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses Identifikasi Material pada Keterlambatan Proses Fabrikasi



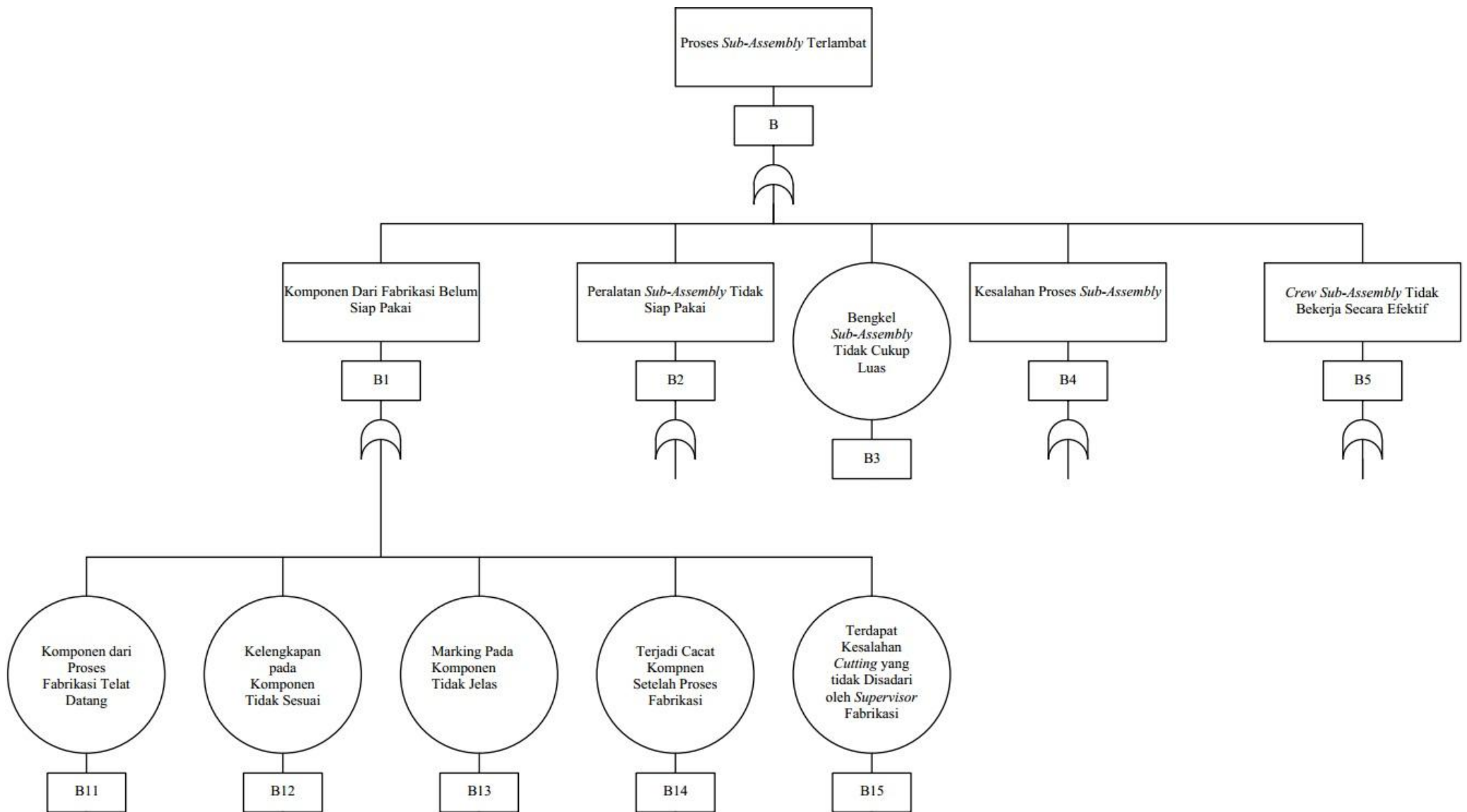
Gambar 4.4. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses *Marking Dan Cutting* pada Keterlambatan Proses Fabrikasi



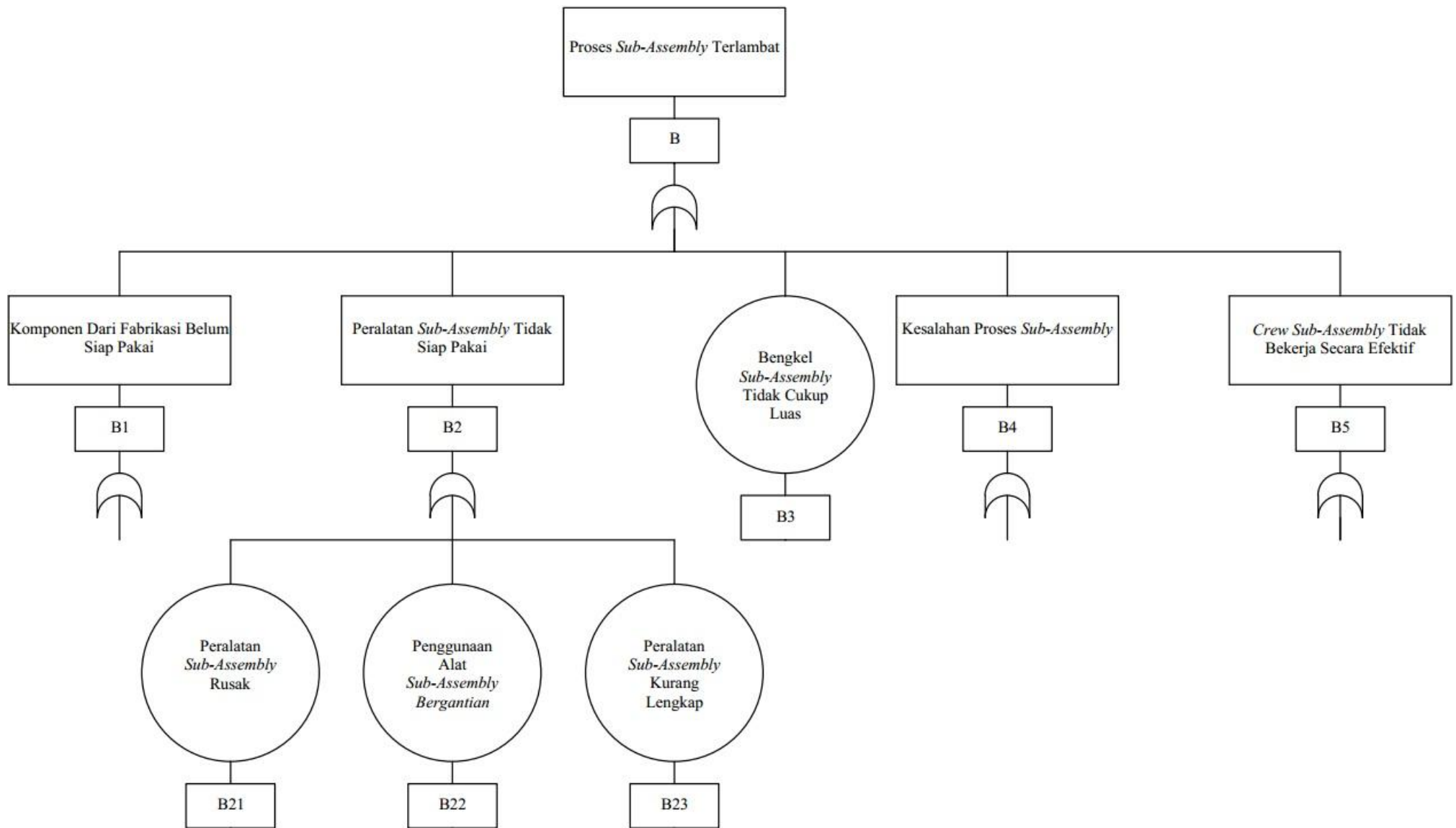
Gambar 4.5. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Terlambatnya Proses *Bending* pada Keterlambatan Proses Fabrikasi



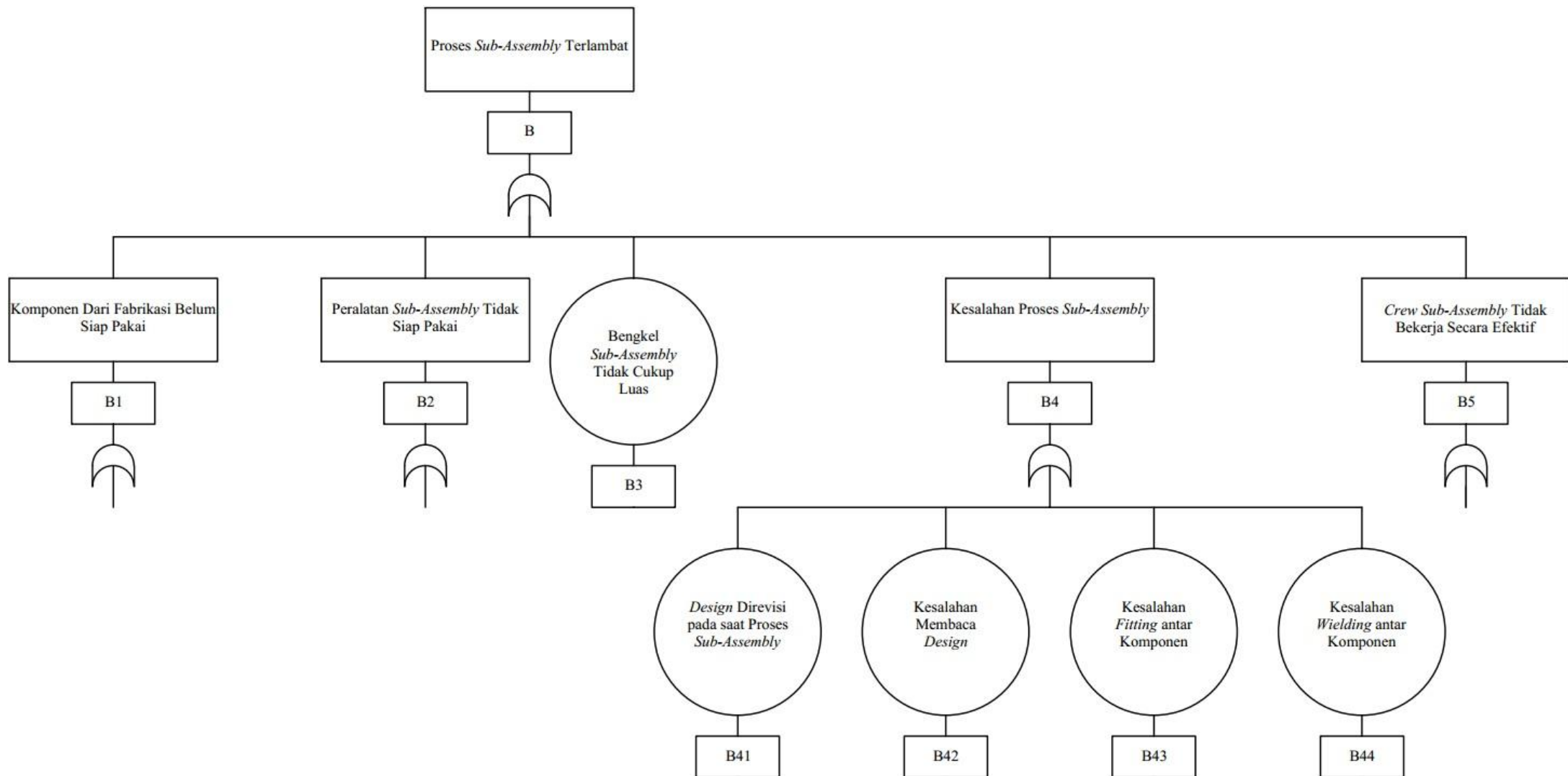
Gambar 4.6. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Tidak Efektifnya Pekerjaan *Crew* Fabrikasi pada Keterlambatan Proses Fabrikasi



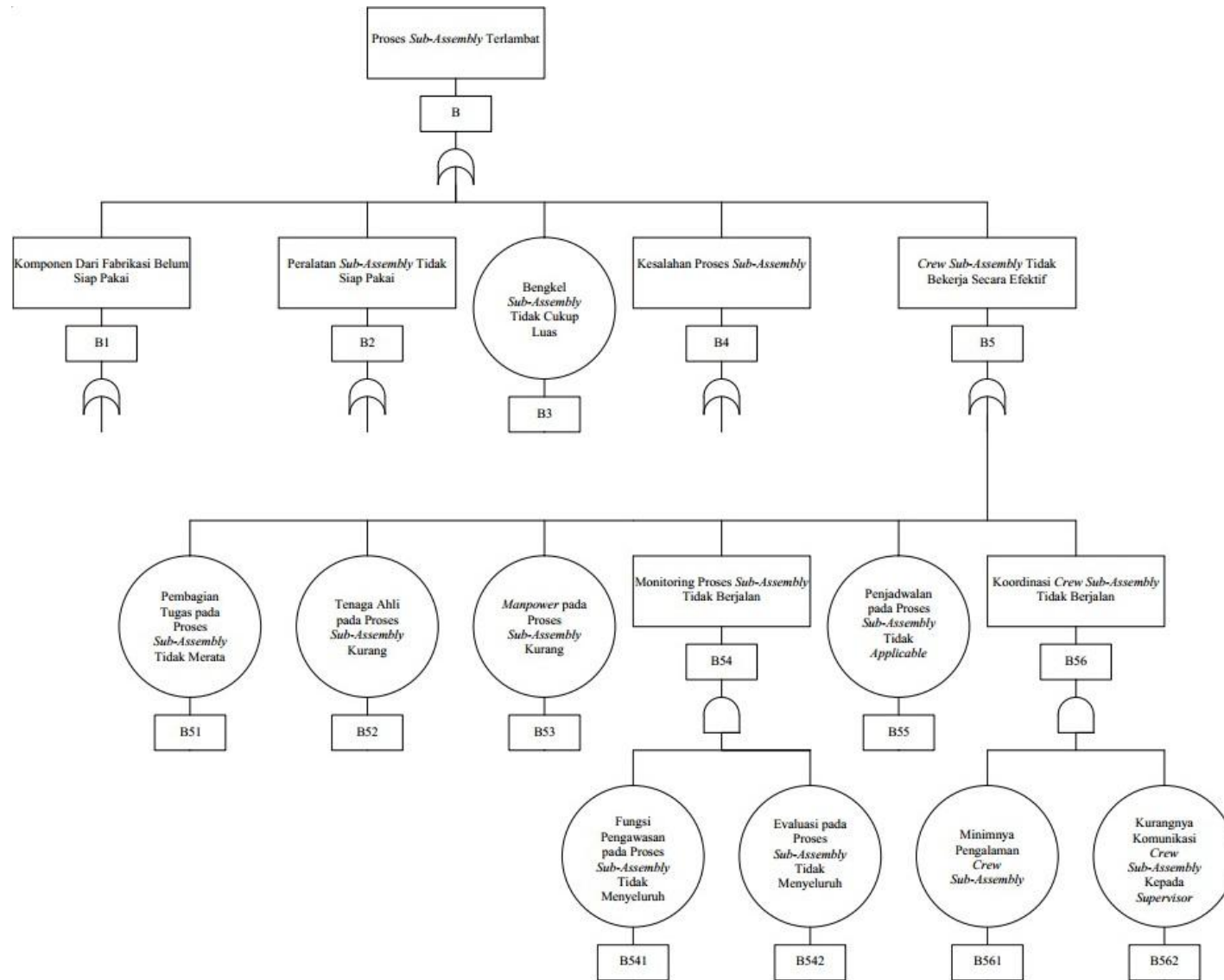
Gambar 4.7. Diagram FTA untuk Faktor Penyebab Belum Siapnya Komponen Dari Fabrikasi pada Keterlambatan Proses *Sub-Assembly*



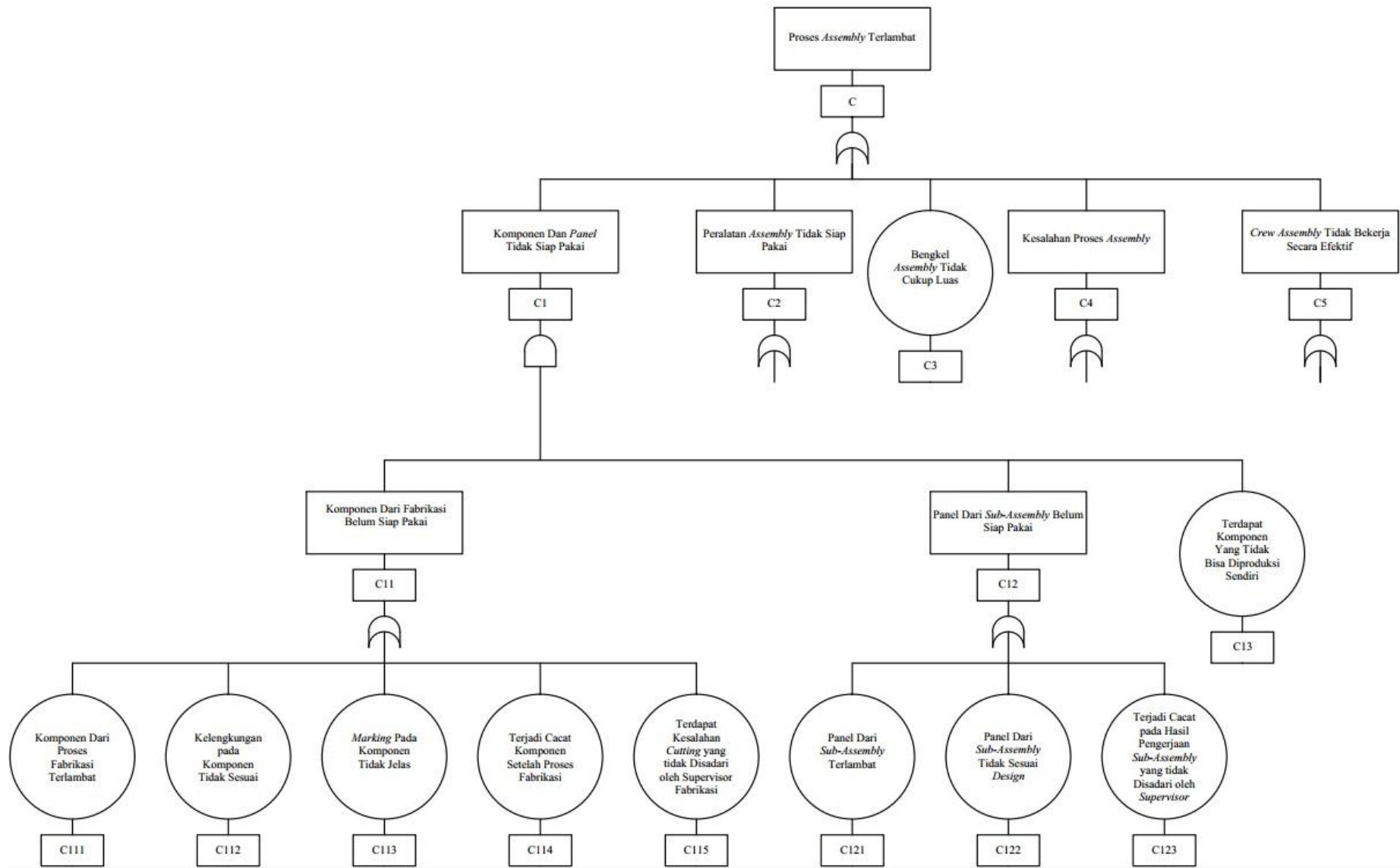
Gambar 4.8. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Tidak Siap Pakainya Peralatan *Sub-Assembly* pada Keterlambatan Proses *Sub-Assembly*



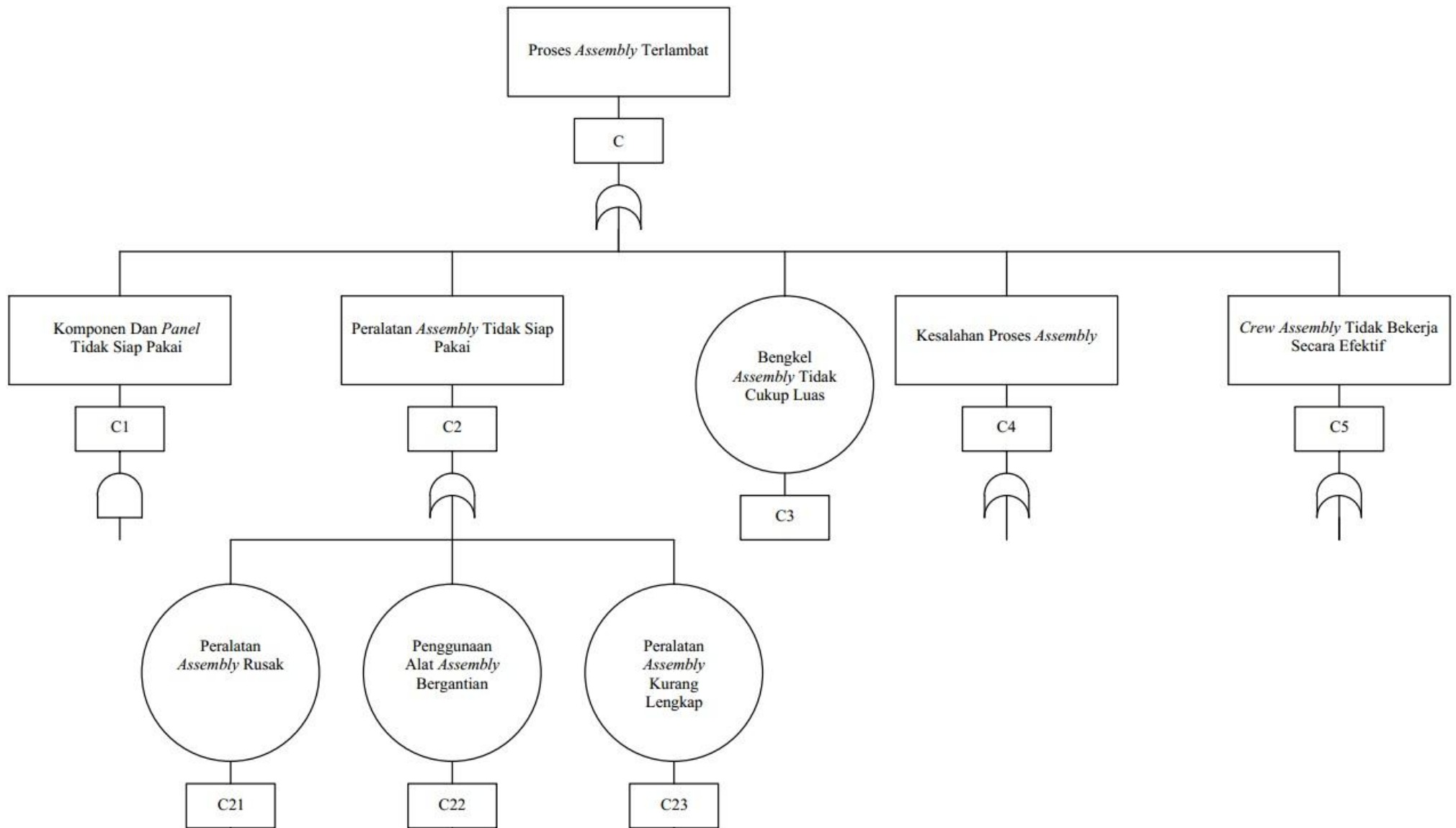
Gambar 4.9. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Kesalahan Proses *Sub-Assembly* pada Keterlambatan Proses *Sub-Assembly*



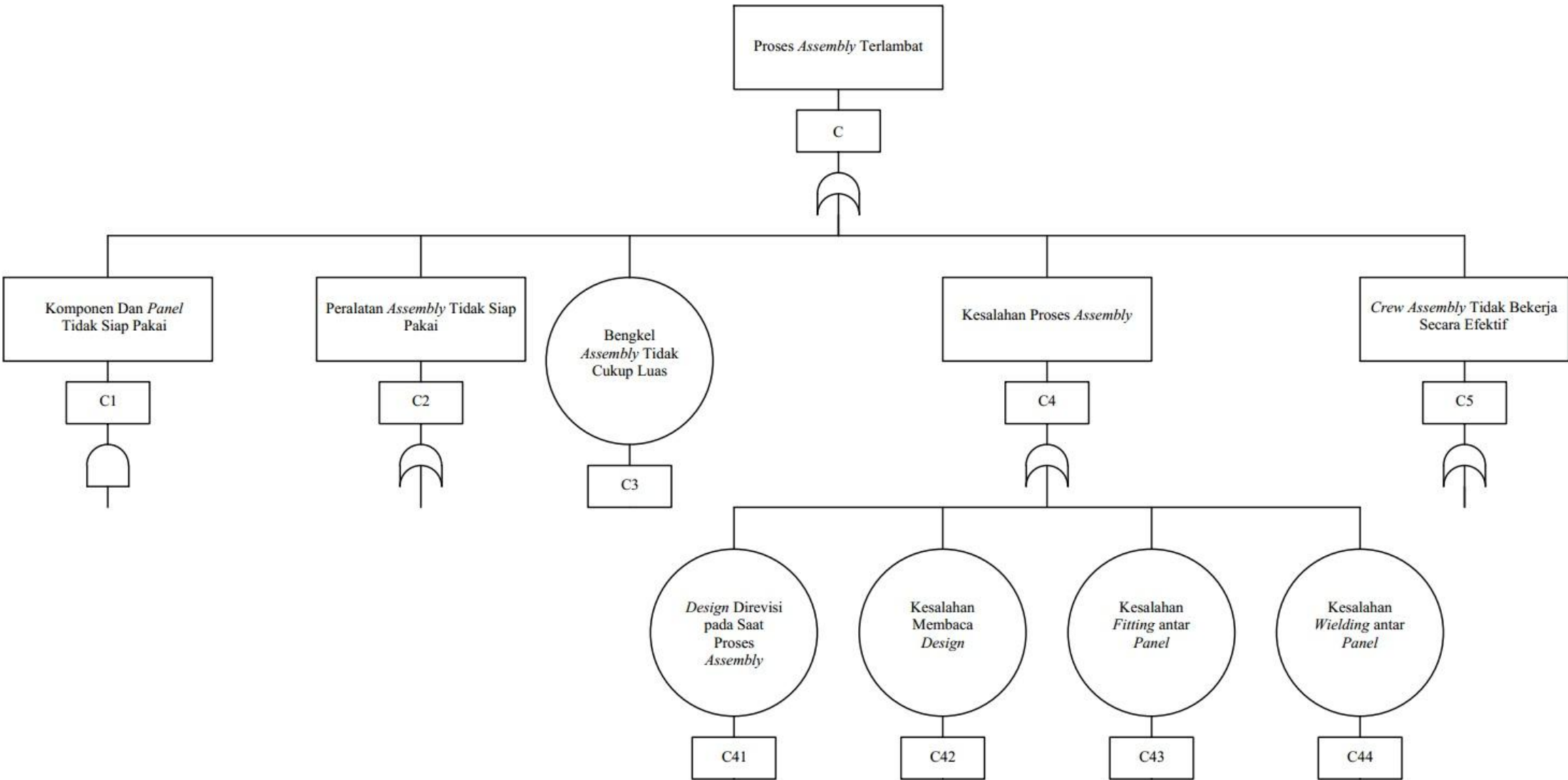
Gambar 4.10. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Tidak Efektifnya Pekerjaan *Crew Sub-Assembly* pada Keterlambatan Proses *Sub-Assembly*



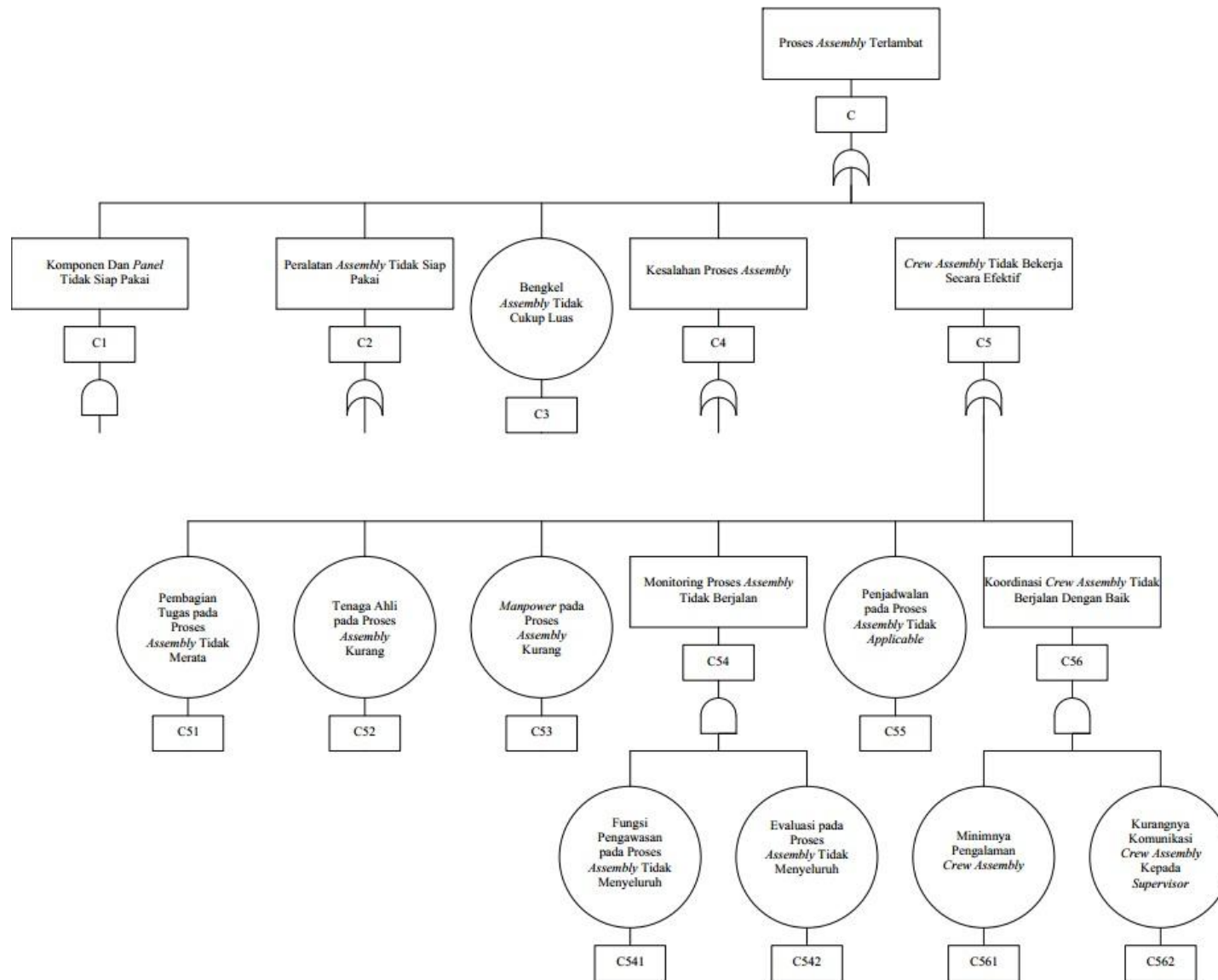
Gambar 4.11. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Tidak Siap Pakainya Komponen dari Fabrikasi pada Keterlambatan Proses *Assembly*



Gambar 4.12. Diagram FTA untuk Faktor Penyebab Tidak Siap Pakainya Peralatan Assembly pada Keterlambatan Proses Assembly



Gambar 4.13. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Kesalahan Proses *Assembly* pada Keterlambatan Proses *Assembly*



Gambar 4.14. Diagram *FTA* untuk Faktor Penyebab Tidak Efektifnya Pekerjaan *Crew Assembly* pada Keterlambatan Proses **Fabrikasi**

Dari analisa faktor-faktor keterlambatan proses produksi *fore boubous bow* Kapal Tangker MT. Pangkalan Brandan didapat faktor-faktor terdasar atau terkecil dari seluruh penyebab keterlambatan (*basic event*), yang dijelaskan pada tabel 4.3. dibawah ini.

Tabel 4.3. *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

No	Lingkup	Sumber Bahaya	
1	PROSES FABRIKASI	A111	Material dari Supplier Terlambat Datang
2		A112	Fisik Material Ada yang Cacat/Rusak
3		A113	Kesalahan Pemesanan Material
4		A114	Jumlah Material yang Datang Kurang dari yang dipesan
5		A121	Mesin <i>Blasting</i> Rusak
6		A122	Mesin <i>Painting</i> Rusak
7		A123	Penggunaan Alat Identifikasi Material Bergantian
8		A124	Peralatan Kurang Lengkap
9		A13	Gudang Penyimpanan <i>Stock</i> Material Tidak Cukup
10		A211	Gambar <i>Design</i> Direvisi saat Proses <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>
11		A212	Gambar <i>Plot</i> Untuk Proses <i>Cutting</i> Tidak Jelas
12		A213	Kesalahan Eksekusi Proses <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>
13		A221	Mesin <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Rusak
14		A222	Penggunaan Alat <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Bergantian
15		A223	Peralatan <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Kurang Lengkap
16		A311	Gambar <i>Design</i> Direvisi saat Proses <i>Bending</i>
17		A312	Gambar <i>Plot</i> Tidak Jelas Untuk Proses <i>Bending</i>

Tabel 4.3. *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	Lingkup	Sumber Bahaya	
18	PROSES FABRIKASI	A313	Kesalahan Eksekusi Proses <i>Bending</i>
19		A321	Mesin <i>Bending</i> Rusak
20		A322	Penggunaan Alat <i>Bending</i> Bergantian
21		A323	Peralatan <i>Bending</i> Kurang Lengkap
22		A41	Pembagian Tugas pada Proses Fabrikasi Tidak Merata
23		A42	Tenaga Ahli pada Proses Fabrikasi Kurang
24		A43	<i>Manpower</i> pada Proses Fabrikasi Kurang
25		A441	Fungsi Pengawasan pada Proses Fabrikasi Tidak Berjalan
26		A442	Evaluasi pada Proses Fabrikasi Tidak Menyeluruh
27		A45	Penjadwalan pada Proses Fabrikasi Tidak <i>Applicable</i>
28		A461	Minimnya Pengalaman <i>Crew</i> Fabrikasi
29		A462	Kurangnya Komunikasi <i>Crew</i> Fabrikasi Kepada <i>Supervisor</i>
30	PROSES SUB-ASSEMBLY	B11	Komponen Dari Proses Fabrikasi Telat Datang
31		B12	Kelengkungan pada Komponen Tidak Sesuai
32		B13	Marking Pada Komponen Tidak Jelas
33		B14	Terjadi Cacat Komponen Setelah Proses Fabrikasi
34		B15	Terdapat Kesalahan <i>Cutting</i> yang tidak Disadari oleh Supervisor Fabrikasi
35		B21	Peralatan <i>Sub-Assembly</i> Rusak
36		B22	Penggunaan Alat <i>Sub-Assembly</i> Bergantian
37		B23	Peralatan <i>Sub-Assembly</i> Kurang Lengkap

Tabel 4.3. *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	Lingkup	Sumber Bahaya	
38	PROSES SUB-ASSEMBLY	B3	Bengkel <i>Sub-Assembly</i> Tidak Cukup Luas
39		B41	<i>Design</i> Direvisi pada saat Proses <i>Sub-Assembly</i>
40		B42	Kesalahan Membaca <i>Design</i>
41		B43	Kesalahan <i>Fitting</i> antar Komponen
42		B44	Kesalahan <i>Welding</i> antar Komponen
43		B51	Pembagian Tugas pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Merata
44		B52	Tenaga Ahli pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Kurang
45		B53	<i>Manpower</i> pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Kurang
46		B541	Fungsi Pengawasan pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Berjalan
47		B542	Evaluasi pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Menyeluruh
48		B55	Penjadwalan pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak <i>Applicable</i>
49		B561	Minimnya Pengalaman <i>Crew Sub-Assembly</i>
50		B562	Kurangnya Komunikasi <i>Crew Sub-Assembly</i> Kepada <i>Supervisor</i>
51	PROSES ASSEMBLY	C111	Komponen Dari Proses Fabrikasi Terlambat
52		C112	Kelengkungan pada Komponen Tidak Sesuai
53		C113	<i>Marking</i> Pada Komponen Tidak Jelas
54		C114	Terjadi Cacat Komponen Setelah Proses Fabrikasi
55		C115	Terdapat Kesalahan <i>Cutting</i> yang tidak Disadari oleh Supervisor Fabrikasi
56		C121	Panel Dari <i>Sub-Assembly</i> Terlambat
57		C122	Panel Dari <i>Sub-Assembly</i> Tidak Sesuai Design
58		C123	Terjadi Cacat pada Hasil Pengerjaan <i>Sub-Assembly</i> yang Tidak Disadari oleh <i>Supervisor Sub-Assembly</i>

Tabel 4.3. *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	Lingkup	Sumber Bahaya	
59	PROSES ASSEMBLY	C13	Terdapat Komponen Yang Tidak Bisa Diproduksi Sendiri
60		C21	Peralatan <i>Assembly</i> Rusak
61		C22	Penggunaan Alat <i>Assembly</i> Bergantian
62		C23	Peralatan <i>Assembly</i> Kurang Lengkap
63		C3	Bengkel <i>Assembly</i> Tidak Cukup Luas
64		C41	<i>Design</i> Direvisi pada Saat Proses <i>Assembly</i>
65		C42	Kesalahan Membaca <i>Design</i>
66		C43	Kesalahan <i>Fitting</i> antar <i>Panel</i>
67		C44	Kesalahan <i>Welding</i> antar <i>Panel</i>
68		C51	Pembagian Tugas pada Proses <i>Assembly</i> Tidak Merata
69		C52	Tenaga Ahli pada Proses <i>Assembly</i> Kurang
70		C53	<i>Manpower</i> pada Proses <i>Assembly</i> Kurang
71		C541	Fungsi Pengawasan pada Proses <i>Assembly</i> Tidak Berjalan
72		C542	Evaluasi Tidak pada Proses <i>Assembly</i> Menyeluruh
73		C55	Penjadwalan pada Proses <i>Assembly</i> Tidak <i>Applicable</i>
74		C561	Minimnya Pengalaman <i>Crew Assembly</i>
75		C562	Kurangnya Komunikasi <i>Crew Assembly</i> Kepada <i>Supervisor</i>

4.2.1.2. *Minimal Cut Set*

Setelah melakukan proses penyusunan diagram pohon kegagalan (*fault tree analysis*) dari faktor faktor penyebab keterlambatan proyek, kemudian menentukan *cut set*, Data yang dibutuhkan dalam proses penentuan *cut set* adalah data probabilitas dari setiap *basic event*. Disinilah teknik wawancara dibutuhkan yaitu proses pengambilan *sample* dari nilai probabilitas (*judgement*). Dalam hal ini koresponden yang dibutuhkan adalah koresponden yang terqualifikasi dan memiliki pengalaman dibidangnya (*expert*). Adapun data yang akan diberikan oleh *expert judgement* adalah data yang disesuaikan

dengan indeks frekuensi yang mengacu ke ISO 31000:2009 dan ISO 31010:2009 seperti pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4. Kriteria Rating Probabilitas

No	Numerical Scale	Probabilitas		
		Kuantitatif	Kualitatif	
1	0% s.d. 20%	10^{-5}	Rare	Cenderung dipastikan akan sangat tidak mungkin terjadi
2	>20% s.d. 40%	10^{-4}	Unlikely	Kemungkinan kecil dapat terjadi
3	>40% s.d. 60%	10^{-3}	Possible	Sama kemungkinannya antara terjadi atau tidak terjadi
4	>60% s.d. 80%	10^{-2}	Likely	Kemungkinan besar terjadi
5	>80% s.d. 100%	10^{-1}	Almost Certain	Cenderung dipastikan akan sangat mungkin terjadi

Sehingga dari beberapa koresponden yang memberikan *judgement* didapat nilai probabilitas untuk setiap *basic event* seperti yang tertera pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5. Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

No	<i>Basic Event</i>		Probabilitas
1	A111	Material dari Supplier Terlambat Datang	0.01
2	A112	Fisik Material Ada yang Cacat/Rusak	0.0001
3	A113	Kesalahan Pemesanan Material	0.000406
4	A114	Jumlah Material yang Datang Kurang dari yang dipesan	0.00064
5	A121	Mesin <i>Blasting</i> Rusak	0.0172

Tabel 4.5. Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	<i>Basic Event</i>		Probabilitas
6	A122	Mesin <i>Painting</i> Rusak	0.0172
7	A123	Penggunaan Alat Identifikasi Material Bergantian	0.00082
8	A124	Peralatan Kurang Lengkap	0.000046
9	A13	Gudang Penyimpanan <i>Stock</i> Material Tidak Cukup	0.00001
10	A211	Gambar <i>Design</i> Direvisi saat Proses <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>	0.001
11	A212	Gambar <i>Plot</i> Untuk Proses <i>Cutting</i> Tidak Jelas	0.00001
12	A213	Kesalahan Eksekusi Proses <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>	0.000406
13	A221	Mesin <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Rusak	0.028
14	A222	Penggunaan Alat <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Bergantian	0.0055
15	A223	Peralatan <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Kurang Lengkap	0.000046
16	A311	Gambar <i>Design</i> Direvisi saat Proses <i>Bending</i>	0.00343
17	A312	Gambar <i>Plot</i> Tidak Jelas Untuk Proses <i>Bending</i>	0.00001
18	A313	Kesalahan Eksekusi Proses <i>Bending</i>	0.000046
19	A321	Mesin <i>Bending</i> Rusak	0.00442
20	A322	Penggunaan Alat <i>Bending</i> Bergantian	0.000406
21	A323	Peralatan <i>Bending</i> Kurang Lengkap	0.000046
22	A41	Pembagian Tugas pada Proses Fabrikasi Tidak Merata	0.000406
23	A42	Tenaga Ahli pada Proses Fabrikasi Kurang	0.000046
24	A43	<i>Manpower</i> pada Proses Fabrikasi Kurang	0.00046
25	A441	Fungsi Pengawasan pada Proses Fabrikasi Tidak Berjalan	0.000406
26	A442	Evaluasi pada Proses Fabrikasi Tidak Menyeluruh	0.000406
27	A45	Penjadwalan pada Proses Fabrikasi Tidak <i>Applicable</i>	0.000046
28	A461	Minimnya Pengalaman <i>Crew</i> Fabrikasi	0.000046

Tabel 4.5. Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	<i>Basic Event</i>		Probabilitas
29	A462	Kurangnya Komunikasi <i>Crew</i> Fabrikasi Kepada <i>Supervisor</i>	0.000046
30	B11	Komponen Dari Proses Fabrikasi Telat Datang	0.1
31	B12	Kelengkungan pada Komponen Tidak Sesuai	0.091
32	B13	Marking Pada Komponen Tidak Jelas	0.006301
33	B14	Terjadi Cacat Komponen Setelah Proses Fabrikasi	0.00064
34	B15	Terdapat Kesalahan <i>Cutting</i> yang tidak Disadari oleh <i>Supervisor</i> Fabrikasi	0.000046
35	B21	Peralatan Sub-Assembly Rusak	0.073
36	B22	Penggunaan Alat Sub-Assembly Bergantian	0.0064
37	B23	Peralatan Sub-Assembly Kurang Lengkap	0.037
38	B3	Bengkel <i>Sub-Assembly</i> Tidak Cukup Luas	0.000046
39	B41	Design Direvisi pada saat Proses <i>Sub-Assembly</i>	0.00055
40	B42	Kesalahan Membaca <i>Design</i>	0.000046
41	B43	Kesalahan <i>Fitting</i> antar Komponen	0.0037
42	B44	Kesalahan <i>Welding</i> antar Komponen	0.000046
43	B51	Pembagian Tugas pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Merata	0.000046
44	B52	Tenaga Ahli pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Kurang	0.000046
45	B53	<i>Manpower</i> pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Kurang	0.0001
46	B541	Fungsi Pengawasan pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Berjalan	0.000046
47	B542	Evaluasi pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Menyeluruh	0.000055
48	B55	Penjadwalan pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak <i>Applicable</i>	0.000055
49	B561	Minimnya Pengalaman <i>Crew Sub-Assembly</i>	0.000055

Tabel 4.5. Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	<i>Basic Event</i>		Probabilitas
50	B562	Kurangnya Komunikasi <i>Crew Sub-Assembly</i> Kepada <i>Supervisor</i>	0.000046
51	C111	Komponen Dari Proses Fabrikasi Terlambat	0.0811
52	C112	Kelengkungan pada Komponen Tidak Sesuai	0.1
53	C113	<i>Marking</i> Pada Komponen Tidak Jelas	0.05131
54	C114	Terjadi Cacat Komponen Setelah Proses Fabrikasi	0.001315
55	C115	Terdapat Kesalahan <i>Cutting</i> yang tidak Disadari oleh Supervisor Fabrikasi	0.001
56	C121	Panel Dari <i>Sub-Assembly</i> Terlambat	0.1
57	C122	Panel dari <i>Sub-Assembly</i> Tidak Sesuai Design	0.0082
58	C123	Terjadi Cacat pada Hasil Pengerjaan <i>Sub-Assembly</i> yang tidak disadari oleh <i>Supervisor Sub-Assembly</i>	0.037
59	C13	Terdapat Komponen Yang Tidak Bisa Diproduksi Sendiri	0.1
60	C21	Peralatan <i>Assembly</i> Rusak	0.0253
61	C22	Penggunaan Alat <i>Assembly</i> Bergantian	0.082
62	C23	Peralatan <i>Assembly</i> Kurang Lengkap	0.055
63	C3	Bengkel <i>Assembly</i> Tidak Cukup Luas	0.000046
64	C41	<i>Design</i> Direvisi pada saat Proses <i>Assembly</i>	0.00055
65	C42	Kesalahan Membaca <i>Design</i>	0.00001
66	C43	Kesalahan <i>Fitting</i> antar <i>Panel</i>	0.000046
67	C44	Kesalahan <i>Welding</i> antar <i>Panel</i>	0.000046
68	C51	Pembagian Tugas pada Proses <i>Assembly</i> Tidak Merata	0.000046
69	C52	Tenaga Ahli pada Proses <i>Assembly</i> Kurang	0.000046
70	C53	<i>Manpower</i> pada Proses <i>Assembly</i> Kurang	0.0001

Tabel 4.5. Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	<i>Basic Event</i>		Probabilitas
71	C541	Fungsi Pengawasan pada Proses <i>Assembly</i> Tidak Berjalan	0.000046
72	C542	Evaluasi Tidak pada Proses <i>Assembly</i> Menyeluruh	0.000046
73	C55	Penjadwalan pada Proses <i>Assembly</i> Tidak <i>Applicable</i>	0.0001
74	C561	Minimnya Pengalaman <i>Crew Assembly</i>	0.000046
75	C562	Kurangnya Komunikasi <i>Crew Assembly</i> Kepada <i>Supervisor</i>	0.0001

Adapun setelah kita mendapatkan masing masing probabilitas dari setiap *basic event*, didapatkan hasil perhitungan probabilitas *cut set*-nya seperti pada tabel 4.6. dibawah ini.

Tabel 4.6. Probabilitas *minimal cut set* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

No	<i>Intermediate Event</i>		Probabilitas
1	A	Proses Fabrikasi Terlambat	0.082359151
2	A1	Proses Identifikasi Material Terlambat	0.046422
3	A11	Material Tidak Siap Pakai Tepat Waktu	0.011146
4	A12	Peralatan Identifikasi Material Tidak Siap Pakai	0.035266
5	A2	Proses <i>Marking</i> Dan <i>Cutting</i> Terlambat	0.034962
6	A21	Kesalahan Proses <i>Marking</i> Dan <i>Cutting</i>	0.001416
7	A22	Peralatan <i>Marking</i> Dan <i>Cutting</i> Tidak Siap Pakai	0.033546
8	A3	Proses <i>Bending</i> Terlambat	1.69838×10^{-05}
9	A31	Kesalahan Proses <i>Bending</i>	0.003486
10	A32	Peralatan <i>Bending</i> Tidak Siap Pakai	0.004872
11	A4	<i>Crew</i> Fabrikasi Tidak Bekerja Secara Efektif	0.000958167

Tabel 4.6. Probabilitas *minimal cut set* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

No	Intermediate Event		Probabilitas
12	A44	Monitoring Proses Fabrikasi Tidak Berjalan	$1.64836 \cdot 10^{-07}$
13	A46	Koordinasi <i>Crew</i> Fabrikasi Tidak Berjalan Dengan Baik	$2.116 \cdot 10^{-09}$
14	B	Proses <i>Sub-Assembly</i> Terlambat	0.319022005
15	B1	Komponen Dari Fabrikasi Belum Siap Pakai	0.197987
16	B2	Peralatan <i>Sub-Assembly</i> Tidak Siap Pakai	0.1164
17	B4	Kesalahan Proses <i>Sub-Assembly</i>	0.004342
18	B5	<i>Crew Sub-Assembly</i> Tidak Bekerja Secara Efektif	0.000247005
19	B54	Monitoring Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Berjalan	$2.53 \cdot 10^{-09}$
20	B56	Koordinasi <i>Crew Sub-Assembly</i> Tidak Berjalan Dengan Baik	$2.53 \cdot 10^{-09}$
21	C	Proses <i>Assembly</i> Terlambat	0.167004214
22	C1	Komponen Dan <i>Panel</i> Tidak Siap Pakai	0.003408207
23	C11	Komponen Dari Fabrikasi Belum Siap Pakai	0.234725
24	C12	Panel Dari <i>Sub-Asssembly</i> Belum Siap Pakai	0.1452
25	C2	Peralatan <i>Assembly</i> Tidak Siap Pakai	0.1623
26	C4	Kesalahan Proses <i>Assembly</i>	0.000652
27	C5	<i>Crew Assembly</i> Tidak Bekerja Secara Efektif	0.000598007
28	C54	Monitoring Proses <i>Assembly</i> Tidak Berjalan	$2.116 \cdot 10^{-09}$
29	C56	Koordinasi <i>Crew Assembly</i> Tidak Berjalan Dengan Baik	$4.6 \cdot 10^{-09}$
30	TOP	Proses Produksi <i>Fore Boulbous Bow</i> Kapal Tanker Terlambat	0.56838537

4.2.2. Event Tree Analysis

Setelah didapat berbagai faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan sebuah sistem mengalami kegagalan atau dalam kasus ini adalah keterlambatan proyek proses produksi Fore Boulbous Bow pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan. Langkah selanjutnya dalam analisis Bowtie adalah menentukan berbagai konsekuensi yang dapat timbul akibat terjadinya *undesired event*. Hal ini dilakukan untuk proses *recovery measure* atau tindakan mitigasi jika hal yang tidak diinginkan tersebut telah terjadi. Adapun metode yang digunakan adalah *Metode Event Tree Analysis*.

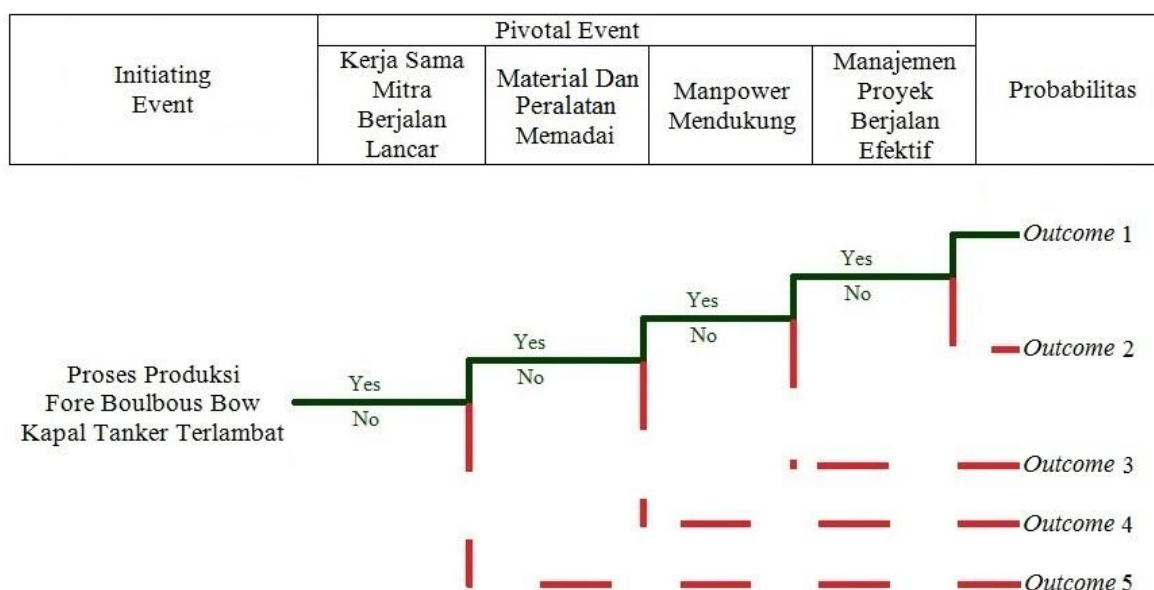
Proses Analisis dimulai dengan penentuan *initiating event* yang telah lebih dulu dianalisis dalam *fault tree analysis* sebagai *top event* yaitu Proses Produksi Fore Boulbousbow pada Proyek Pembangunan Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan terlambat. Kemudian didapat pivotal event seperti pada tabel 4.7. dibawah ini.

Tabel 4.7. *Pivotal Event*

No	<i>Pivotal Event</i>
1	Kerja Sama Mitra Berjalan
2	Material Memadai
3	Sarana dan Prasarana Mendukung
4	Manpower Mendukung
5	Manajemen Proyek Berjalan

Pivotal event didapat dari analisa berbagai indikator atau subsistem yang mempengaruhi *top event* atau *initiating event* dengan kemungkinan *event* tersebut bekerja (*success*) atau tidak bekerja (*fail*). Dan dengan metode observasi lapangan melalui wawancara kepada crew proses produksi *fore boubous bow* pada proyek pembangunan Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan didapatkan lima *pivotal event*. Setelah didapat lima *pivotal event* seperti pada tabel 4.5. dibuatlah *event tree diagram* seperti pada gambar 4.15.

4.2.2.1. Event Tree Diagram



Gambar 4.15. Event Tree Diagram

4.2.2.2. Pivotal Event Probability

Setelah melakukan proses penyusunan diagram *event tree*, selanjutnya penelitian ini akan mencari nilai probabilitas dari masing-masing pivotal event. Dengan teknik dan proses yang sama seperti menentukan nilai dari probabilitas dari *basic event* pada *fault tree analysis*, teknik observasi lapangan melalui wawancara kepada *Crew* proses produksi *fore boubous bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan pada Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA (Persero) dibutuhkan untuk pengambilan *sample* dari probabilitas yang terjadi dilapangan (*expert judgement*). Adapun data yang diberikan oleh *expert judgement* sama dengan ketentuan data yang diberikan oleh responden pada *basic event* dalam *fault tree analysis*, yaitu mengacu pada *International Organization For Standardization* (ISO 31000:2009 dan ISO 31010:2009).

Sehingga didapat probabilitas untuk masing-masing pivotal event seperti pda tabel 4.8. dibawah ini.

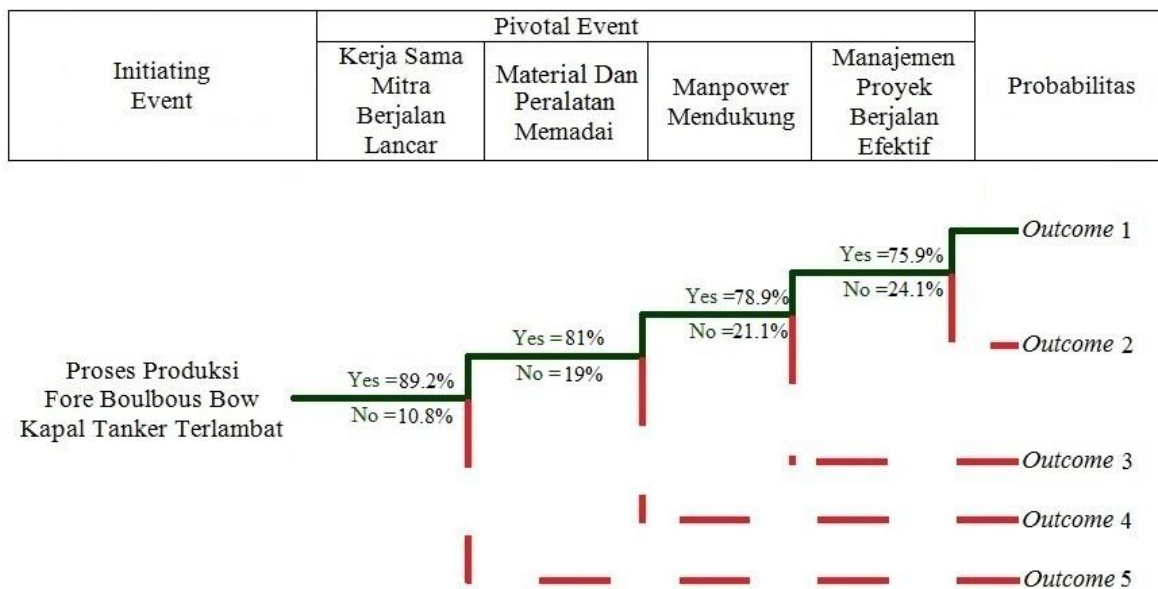
Tabel 4.8. Probabilitas pada setiap *Pivotal Event*

No	<i>Pivotal Event</i>	Probabilitas
1	Kerja Sama Mitra Berjalan	89.2
2	Material Dan Peralatan Memadai	81
3	Manpower Mendukung	78.9
4	Manajemen Proyek Berjalan	75.9

Dalam tabel 4.6. *Probabilitas* mewakili jika *pivotal event* sukses (*success*) dinotasikan sebagai “Yes”, dan untuk probabilitas yang menyatakan *pivotal event* gagal (*fail*) dinotasikan sebagai “No”. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P_{\text{Success}} + P_{\text{Fail}} = 1 \quad \text{Sehingga} \quad P_{\text{Fail}} = 1 - P_{\text{Success}}$$

Sehingga jika nilai probabilitas dimasukan ke dalam *event tree diagram* maka akan dihasilkan diagram seperti pada gambar 4.16. dibawah ini.



Gambar 4.16. Probabilitas setiap *Pivotal Event* pada *Event Tree Diagram*

4.2.2.3. Outcome

Setelah *event tree diagram* memiliki nilai probabilitas pada tiap *pivotal eventnya*, selanjutnya dicarilah setiap *outcome/* konsekuensi dari setiap skenario yang terbentuk dari masing-masing probabilitas yang terjadi. Dari diagram pada gambar 4.1. dan gambar 4.2. diketahui bahwa terbentuklah enam skenario dari setiap konsekuensi yang diakibatkan oleh keterlambatan proses produksi *fore boubous bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan. Dan masing-masing konsekuensi/*outcome* dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. *Outcome* pada *Event Tree Diagram*

No	Keterangan
Outcome 1	Proyek Terlambat Namun Dapat Dinormalisasikan dengan Baik dan Cepat $P_{Outcome\ 1}=0.892*0.81*0.789*0.759=0.4327=43\%$
Outcome 2	Proyek Terlambat Namun Dapat Dinormalisasi Walaupun Lambat $P_{Outcome\ 2}=0.892*0.81*0.789*0.241=0.1374=14\%$
Outcome 3	Proyek Terlambat Dengan Proses Normalisasi Sangat Buruk dan Lambat $P_{Outcome\ 3}=0.892*0.81*0.211=0.1525=15\%$
Outcome 4	Proyek Terbengkalai dan Tidak Ada Proses Yang Signifikan $P_{Outcome\ 4}=0.892*0.19=0.1695=17\%$
Outcome 5	Proyek Tidak Berlanjut $P_{Outcome\ 5}=0.108=11\%$

4.2.2.4. Tingkat Resiko

Probabilitas dan rating konsekuensi didapat dari analisa event tree yang kemudian digunakan untuk proses penentuan tingkat resiko. Adapun indeks frekuensi dan risk matrix yang digunakan dalam penentuan tingkat resiko dapat dilihat pada tabel 4.10., tabel 4.11., dan tabel 4.12.

Tabel 4.10. Kriteria *Risk Matrix*

Probabilitas	Konsekuensi				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Severe
Almost Certain	M	H	E	E	E
Likely	M	H	H	E	E
Possible	L	M	H	H	E
Unlikely	L	M	M	H	H
Rare	L	L	M	M	H

Keterangan:


L = *Low*


M = *Moderate*


H = *High*

E = *Extreme*

 = *Outcome 1*

 = *Outcome 2*

 = *Outcome 3*

 = *Outcome 4*

 = *Outcome 5*

Tabel 4.11. Kriteria *Rating Probabilitas*

No.	Numerical Scale		Kualitatif
1	0% s.d. 20%	<i>Rare</i>	Cenderung dipastikan akan sangat tidak mungkin terjadi
2	>20% s.d. 40%	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan kecil dapat terjadi
3	>40% s.d. 60%	<i>Possible</i>	Sama kemungkinannya antara terjadi atau tidak terjadi
4	>60% s.d. 80%	<i>Likely</i>	Kemungkinan besar terjadi
5	>80% s.d. 100%	<i>Almost Certain</i>	Cenderung dipastikan akan sangat mungkin terjadi

Tabel 4.12. Kriteria *Rating Outcome*

No.	Project Objective	Kualitatif
1	Keberlangsungan Proyek	<i>Insignificant</i> Proyek Terlambat Namun Dapat Diatasi dengan Perencanaan Cadangan Sehingga Proyek Dapat Mengejar Keterlambatan Tidak Jauh Dari Jadwal <i>Planning</i> Awal
2		<i>Minor</i> Proyek Terlambat, Perencanaan Cadangan Berjalan, Namun Penyelesaian Proyek Memakan Waktu Lama Sehingga Rentang Keterlambatannya Jauh Dari Jadwal <i>Planning</i> Awal
3		<i>Moderate</i> Proyek Terlambat, Terdapat Perencanaan Cadangan yang Berjalan, Namun <i>Progress</i> Tidak Berjalan dengan Signifikan
4		<i>Major</i> Proyek Terbangkalai, dan Tidak Ada Perencanaan Cadangan yang Pasti
5		<i>Severe</i> Proyek Gagal

Sehingga berdasarkan analisa yang telah dilakukan dan mengacu pada ketentuan baik rating probabilitas, rating konsekuensi/outcome dan risk matrix diatas, didapatkan hasil seperti yang ditulis pada tabel 4.13. dibawah ini.

Tabel 4.13. Tingkat Resiko pada Setiap *Outcome*

No	Skenario	Rating Probabilitas	Rating Konsekuensi	Tingkat Resiko
1	<i>Outcome 1</i>	<i>Possible</i>	<i>Insignificant</i>	<i>Low</i>
2	<i>Outcome 2</i>	<i>Rare</i>	<i>Minor</i>	<i>Low</i>
3	<i>Outcome 3</i>	<i>Rare</i>	<i>Moderate</i>	<i>Moderate</i>
4	<i>Outcome 4</i>	<i>Rare</i>	<i>Major</i>	<i>Moderate</i>
5	<i>Outcome 5</i>	<i>Rare</i>	<i>Severe</i>	<i>High</i>

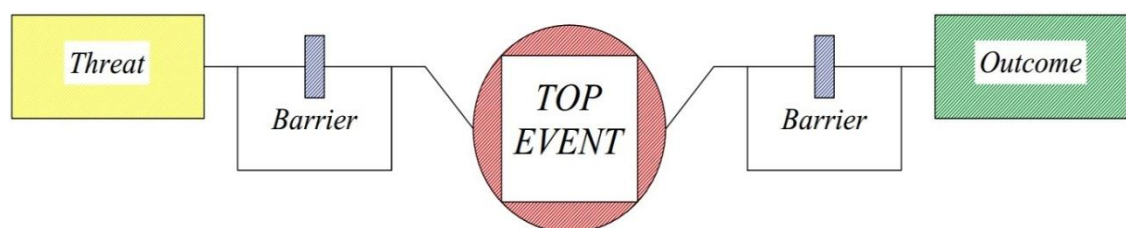
Keterangan:

- Outcome 1* = Proyek terlambat namun dapat dinormalisasikan dengan baik. Memiliki probabilitas kejadian sebesar 43%. Sehingga dikategorikan ke dalam rating probabilitas *Possible*, untuk rating konsekuensi tergolong *Insignificant*, sehingga tingkat risikonya adalah *Low*.
- Outcome 2* = Proyek terlambat namun dapat dinormalisasi walaupun lambat. memiliki probabilitas kejadian sebesar 14%. Sehingga dikategorikan ke dalam rating probabilitas *Rare*, untuk rating konsekuensi tergolong *Minor*, sehingga tingkat risikonya adalah *Low*.
- Outcome 3* = Proyek terlambat dengan proses normalisasi sangat buruk dan lambat. Memiliki probabilitas kejadian sebesar 15%. Sehingga dikategorikan ke dalam rating probabilitas *Rare*, untuk rating konsekuensi tergolong *Moderate*, sehingga tingkat risikonya adalah *Moderate*.
- Outcome 4* = Proyek terbengkalai dan tidak ada proses yang signifikan. Memiliki probabilitas kejadian sebesar 17%. Sehingga dikategorikan ke dalam rating probabilitas *Rare*, untuk rating konsekuensi tergolong *Major*, sehingga tingkat risikonya adalah *Moderate*.
- Outcome 5* = Proyek tidak berlanjut. Memiliki probabilitas kejadian sebesar 11%. Sehingga dikategorikan ke dalam rating probabilitas *Rare*, untuk rating konsekuensi tergolong *Severe*, sehingga tingkat risikonya adalah *High*.

4.2.3. Bow Tie Analysis

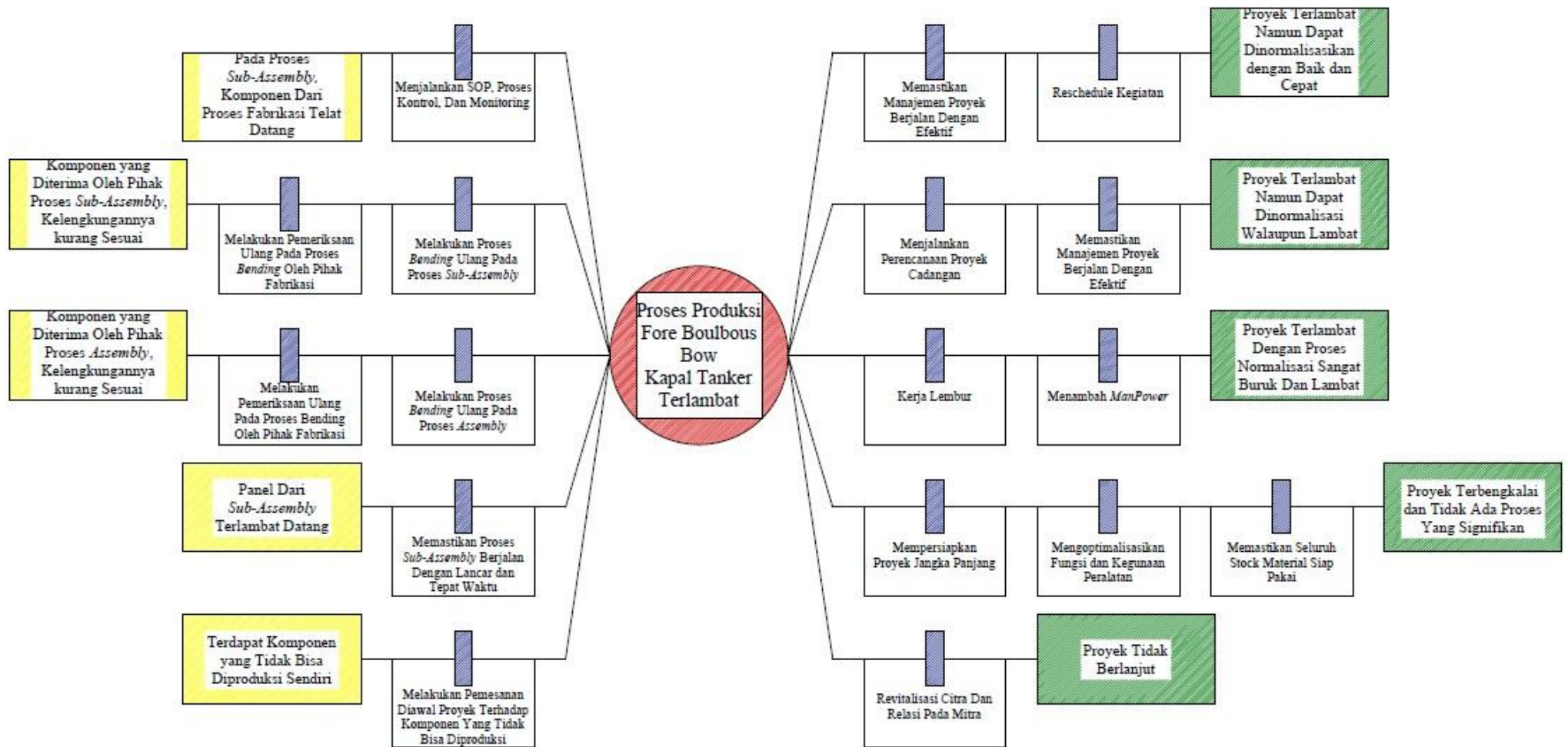
Selanjutnya dilakukanlah analisis menggunakan metodologi *bow tie analysis*, dengan menggambarkan diagram *bow tie* yang data-datanya didapat dari proses analisis sebelumnya. Diagram *bow tie* menunjukkan hubungan antara faktor-faktor penyebab keterlambatan proses produksi *fore boubous bow* pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan yang dianalisa menggunakan *fault tree analysis* dan berbagai konsekuensi (*outcome*) yang telah dianalisa menggunakan *event tree analysis*. Dari berbagai faktor penyebab yang telah dianalisa, diambil sebagian yang merupakan faktor kritis (lintasan kritis) yang dalam artian bahwa faktor-faktor ini memiliki kontribusi/pengaruh dominan didalam keterlambatan proses produksi *fore boubous bow* pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan. Sedangkan seluruh konsekuensi diikutkan dalam penyusunan diagram *bow tie*.

Seperti yang tertera dalam Gambar 4.17 dimana faktor penyebab, top event dan konsekuensi saling terhubung dan berkaitan. Dari setiap *basic event (threat)* dan juga konsekuensi (*outcome*), serta dibuat juga skenario yang dijadikan sebagai *Controlling Factor (Barrier)*. Dimana *barrier* yang terhubung pada *threat* merupakan faktor pencegah (*preventive control*), dan *barrier* yang terhubung pada *outcome* merupakan faktor mitigasi (*recovery control*).



Gambar 4.17. Keterangan Bagian-Bagian dalam Diagram Bow Tie

Dalam penelitian ini, dipilih lima *basic event (threat)* yang memiliki peluang tertinggi yang dirangkai pada bagian kiri diagram dan diberi *barrier* sebagai langkah pencegah. Sedangkan pada sisi sebelah kanan, kelima konsekuensi (*outcome*) dirangkai dan diberi *barrier* sebagai upaya mitigasi seperti pada gambar 4.18. berikut ini.



Gambar 4.18. Diagram *Bow Tie* Dalam Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

Adapun *Barrier* pada diagram *bow tie* pada gambar 4.18. dijelaskan sebagai berikut:

4.2.3.1. *Barrier* Untuk Tindakan Pencegah (*Preventive Control*)

4.2.3.1.1. Menjalankan SOP, Proses Kontrol, Dan Monitoring

Barrier diatas berfungsi untuk menanggulangi baik telatnya kedatangan komponen dari proses fabrikasi pada proses *sub-assembly* maupun telatnya kedatangan panel dari proses *sub-assembly* pada proses *assembly*. Karena Proses *Sub-assembly* tidak bisa dilakukan jika komponen-komponen masih belum selesai dikerjakan pada proses fabrikasi

4.2.3.1.2. Melakukan Pemeriksaan Ulang Pada Proses Bending Oleh Pihak Fabrikasi

Barrier diatas perlu diberikan perhatian yang laebih oleh pihak proses fabrikasi khususnya untuk *block fore boubous bow*, karena pada *block* ini kelengkungan yang dibutuhkan menjadi sangat ekstrim jika dibandingkan dengan *block-block* pada bagian kapal lainnya.

4.2.3.1.3. Melakukan Proses Bending Ulang

Barrier diatas tidak hanya perlu dilakukan pada proses *Sub-Assembly*, namun juga perlu dilakukan pada Proses *Assembly*. Hal ini dilakukan mengingat tidak mampunya mesin *bending* yang dimiliki oleh Divisi Kapal Niaga pada PT. PAL INDONESIA (Persero) untuk membuat lengkungan lengkungan yang ekstrim pada *block fore boubous bow*.

4.2.3.1.4. Menambah *Man Power*

Barrier diatas dapat dilakukan pada proses *Assembly* untuk menanggulangi baik terlambatnya kedatangan komponen dari proses fabrikasi maupun terlambatnya kedatangan panel dari proses *sub-assembly*.

4.2.3.1.5. Melakukan Pemesanan Diawal Proyek Terhadap Komponen Yang Tidak Bisa Diproduksi

Barrier diatas perlu sangat diperhatikan mengingat adanya komponen pada *fore boubous bow* (ceruk linggi), yang tidak bisa

diproduksi sendiri oleh PT. PAL INDONESIA (Persero). Sehingga komponen dapat tersedia dan siap digunakan ketika proses assembly pada *block fore boubous bow* dimulai.

4.2.3.2. *Barrier* Untuk Tindakan Mitigasi (*Recovery Control*)

4.2.3.2.1. Memastikan Manajemen Proyek Dilakukan Dengan Efektif

Barrier diatas bertujuan untuk meminimalisir dampak yang terjadi. Perlu dipastikan adanya manajemen proyek yang efektif diseluruh *unit* yang berperan pada proses produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker MT. Brandan agar tercipta sinergi kerja yang mendukung seluruh kinerja pelaksanaan proses produksi hingga akhir.

4.2.3.2.2. *Reschedule* Kegiatan

Barrier diatas diterapkan ketika proyek telah mengalami keterlambatan, namun masih dalam kondisi yang dapat dinormalisasikan. Namun dalam beberapa kasus terdapat kegiatan pasca proyek yang tidak dapat di *reschedule*, hal ini juga menjadi faktor penghambat kinerja *barrier*.

4.2.3.2.3. Menjalankan Perencanaan Proyek Cadangan

Barrier diatas difokuskan pada kondisi proyek yang telah terlambat dan proses manajemen sudah tidak baik. Sehingga perlu adanya perubahan strategi proses produksi agar keterlambatan proyek dapat terkejar.

4.2.3.2.4. Kerja Lembur

Barrier diatas bertujuan untuk menanggulangi keterlambatan proyek yang juga memiliki SDM yang tidak mendukung sehingga perlu adanya penambahan jam kerja pada SDM yang sudah ada.

4.2.3.2.5. Menambah *Manpower*

Barrier diatas dilakukan ketika kondisi SDM dihitung tidak memadai walaupun sudah direncanakan untuk dilakukannya kerja lembur.

4.2.3.2.6. Mempersiapkan Proyek Jangka Panjang

Barrier diatas dirancang untuk kemungkinan terjadinya kondisi keterlambatan yang parah dikarenakan tidak memadainya fasilitas dan peralatan yang ada pada PT. PAL INDONESIA (Persero), sehingga perlu adanya perencanaan lanjutan untuk mensiasati metode yang akan dilakukan terhadap tersedianya fasilitas yang ada.

4.2.3.2.7. Mengoptimalkan Fungsi Dan Kegunaan Peralatan

Barrier diatas ditekankan para pelaksana proyek agar tidak hanya berfokus pada eksekusi pengerjaan proyek namun juga proses *maintenance* dan kalibrasi pada peralatan dan mesin secara *continue* sehingga semua peralatan selalu siap digunakan dan tidak menimbulkan tambahan waktu keterlambatan lainnya.

4.2.3.2.8. Memastikan Seluruh *Stock* Material Siap Pakai

Barrier diatas dilakukan untuk menaggulangi kemungkinan kurangnya pasokan stock pada material, mengingat pada proses produksi *Fore Boulbous Bow* terdapat bagian yang tidak dapat diproduksi sendiri oleh PT. PAL INDONESIA (Persero).

4.2.3.2.9. Revitalisasi Citra Dan Relasi Pada Mitra

Barrier diatas dirancang untuk kondisi keterlambatan proyek yang ekstrim, dimana proyek tidak dapat berlanjut atau mengalami kegagalan. Hal ini harus sesegera mungkin dilakukan mengingat PT. PAL INDONESIA (Persero) sudah bertaraf International.

BAB V

PENUTUP

Sebagai penutup, pada bab ini akan diuraikan beberapa kesimpulan yang dapat dipaparkan berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya. Dalam bab ini juga akan disampaikan beberapa rekomendasi untuk proses perbaikan dan evaluasi proyek di masa yang akan datang, serta saran yang dapat dibahas sebagai kelanjutan Tugas Akhir ini.

5.1. Kesimpulan

5.1.1. Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proses Produksi

Pada penelitian ini didapatkan bahwa penyebab utama terjadinya keterlambatan proses produksi *fore boubowsbow* kapal tanker MT. Pangkalan Brandan disebabkan oleh tiga faktor, diantaranya adalah proses fabrikasi terlambat dengan probabilitas sebesar 0.082 (8.2%). Proses *sub-assembly* terlambat dengan probabilitas sebesar 0.319 (31.9%). Proses *assembly* terlambat dengan probabilitas sebesar 0.167 (16.7%).

Adapun lima *basic event* yang memiliki probabilitas yang paling besar sebagai lintasan kritis adalah:

- 5.1.1.1. Pada Pada Proses *Sub-Assembly*, Komponen Dari Proses Fabrikasi Telat Datang.
- 5.1.1.2. Komponen yang Diterima Oleh Pihak Proses *Sub-Assembly*, Kelengkapannya kurang Sesuai.
- 5.1.1.3. Komponen yang Diterima Oleh Pihak Proses *Assembly*, Kelengkapannya kurang Sesuai.
- 5.1.1.4. Panel Dari *Sub-Assembly* Terlambat Datang.
- 5.1.1.5. Terdapat Komponen yang Tidak Bisa Diproduksi Sendiri.

5.1.2. Tindakan Preventif yang Tepat (*Preventive Control*)

Dengan adanya lima *basic event* yang memiliki peluang paling besar diperlukan beberapa skenario *barrier* yang dapat dilakukan sebagai bentuk *preventive control*, diantaranya:

- 5.1.2.1. Menjalankan SOP, Proses Kontrol, Dan Monitoring.
- 5.1.2.2. Melakukan Pemeriksaan Ulang Pada Proses Bending Oleh Pihak Fabrikasi.

- 5.1.2.3. Melakukan Proses Bending Ulang.
- 5.1.2.4. Menambah *Man Power*.
- 5.1.2.5. Melakukan Pemesanan Diawal Proyek Terhadap Komponen Yang Tidak Bisa Diproduksi.

5.1.3. Konsekuensi yang Timbul dari Keterlambatan Proses Produksi

Dalam penelitian ini didapatkan bahwa konsekuensi-konsekuensi yang dapat terjadi akibat terlambatnya proses produksi *fore boubous bow* pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan sebagai berikut :

- 5.1.3.1. Proyek Terlambat Namun Dapat Dinormalisasikan dengan Baik dan Cepat (43%).
- 5.1.3.2. Proyek Terlambat Namun Dapat Dinormalisasi Walaupun Lambat (14%).
- 5.1.3.3. Proyek Terlambat Dengan Proses Normalisasi Sangat Buruk dan Lambat (15%).
- 5.1.3.4. Proyek Terbengkalai dan Tidak Ada Proses Yang Signifikan (17%).
- 5.1.3.5. Proyek Tidak Berlanjut (11%).

5.1.4. Tindakan Mitigasi yang tepat (*Recovery Control*)

Setelah mengetahui semua konsekuensi yang dapat terjadi, didapatkan juga tindakan mitigasi yang tepat sebagai *recovery control*, seperti diantaranya:

- 5.1.4.1. Memastikan Manajemen Proyek Dilakukan Dengan Efektif.
- 5.1.4.2. *Reschedule* Kegiatan.
- 5.1.4.3. Menjalankan Perencanaan Proyek Cadangan.
- 5.1.4.4. Kerja Lembur.
- 5.1.4.5. Menambah *Manpower*.
- 5.1.4.6. Mempersiapkan Proyek Jangka Panjang.
- 5.1.4.7. Mengoptimalkan Fungsi Dan Kegunaan Peralatan.
- 5.1.4.8. Memastikan Seluruh *Stock* Material Siap Pakai.
- 5.1.4.9. Revitalisasi Citra Dan Relasi Pada Mitra.

5.2. Saran

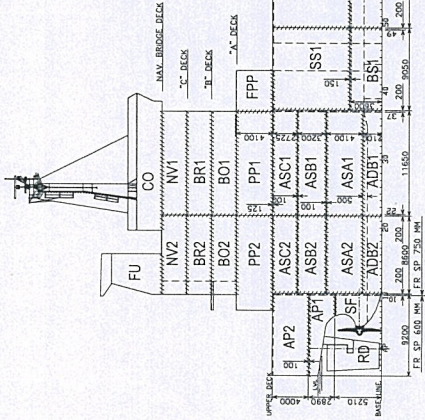
Saran yang dapat diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini, berkaitan dengan studi keterlambatan proses produksi *fore boubous bow* pada Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero) adalah perlu masuknya penelitian perencanaan lebih dalam yang mengkaitkan faktor biaya, sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi lebih kompleks. Juga disarankan perencanaan proyek berbasis resiko ada baiknya dilakukan secara berkala dari awal berjalannya proyek hingga akhir proyek, sehingga pihak manajemen proyek dapat segera melakukan *rescheduling* atau *replanning* jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan dalam proses keberlangsungan proyek yang akhirnya manfaat dari analisa ini dapat berdampak lebih signifikan terhadap keberhasilan proyek daripada hanya sebagai bahan evaluasi untuk proyek selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

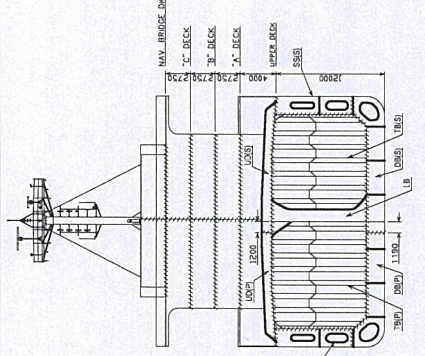
DAFTAR PUSTAKA

- A Guide to Project Management Body of Knowledge, 2004, Edisi 4.
- Amalia, R., 2012, *Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA)*, Tugas Akhir S-1 Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Arthur J. K., 2000 *Risk Assessment and Management of Marine System*.
- Budi, 2009, *Project Management Body of Knowledge*.
- Budiman, P, 1998, *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi Dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya*, Tesis Pasca Sarjana, Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Ervianto, Wulfram I., 2005, *Studi Pembagian Tanggung jawab Keterlambatan Dalam Proyek Konstruksi*, Tugas Akhir S-1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Hamzah, S. Z., 2012 *Use Bow-Tie Tool For Easy Hazard Identification*, ABS Consulting, Singapura.
- Hervanda, Y., 2013, *Analisis Keterlambatan Proyek Konstruksi Jalan Yang Disebabkan Faktor Material di Kabupaten Rokan Hulu*, Tugas Akhir S-1 Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- International Organization for Standardization (ISO 31000:2009), 2009, *Risk Management – Principles and Guidelines, Edisi 1, Swiss*.
- International Organization for Standardization (ISO 31010:2009), 2009, *Risk Management – Risk Assessment Techniques*, Final Draft.
- IRM, ALARM, AIRMIC 2002, *A Risk Management Standard*, London
- Koececioglu, D., 1991, *Reliability Engineering Handbook*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Volume 2.
- Kristiansen, S., 2005, *Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis*, Elsevier Butterworth-Heineman, Inggris

- Mahandeka, D., 2015, *Analisis Perencanaan Proyek Berbasis Resiko: Wooden Sailing Boat Project –Maritime Challenge ITS*, Tugas Akhir S-1 Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Putra, Andika., 2014, *Evaluasi keterlambatan pada Proyek Pembangunan Jacket Structure: Studi Kasus Proyek EPCC Bukti Tua PT. PAL Indonesia*, Tugas Akhir S-1 Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rosyid, D. M., 2007, *Pengantar Rekayasa Keandalan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Salim A., 1998, *Asuransi dan Manajemen Resiko*.
- Schwalbe K. 2001, *Risk and Decision Analysis in Project*, Projectr Management Institut Inc., Pennsylvania, Edisi 2.
- Widhiawati, 2009, *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi*.
- Yayon, Ryan, 2011, *Faktor Penyebab Keterlambatan Pekerjaan Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat yang Berpengaruh Terhadap Perubahan Anggaran Biaya Pada Pekerjaan Struktur*, Tugas Akhir S-1 Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok



SIDE VIEW



"1st" DECK
6100 ABL

"2nd" DECK
9300 ABL

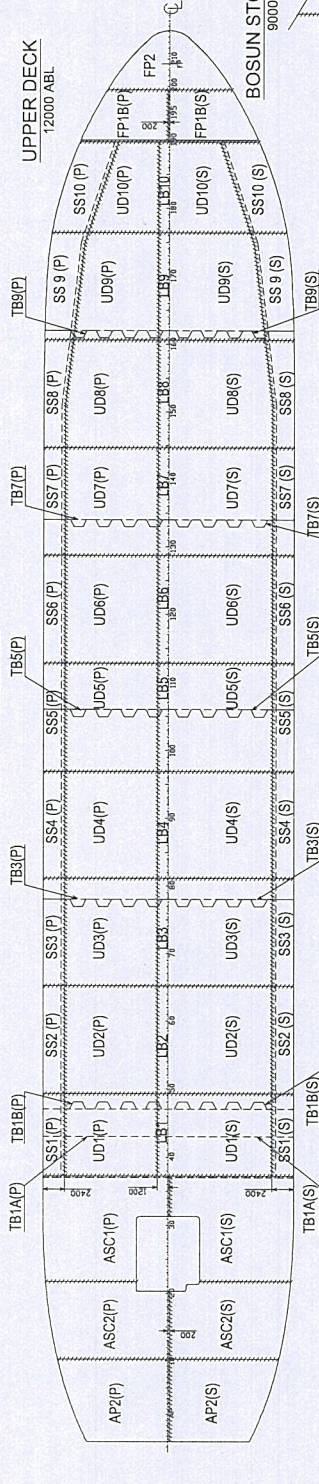
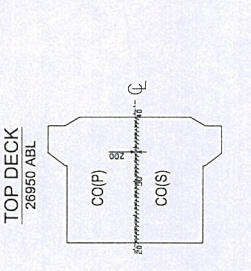
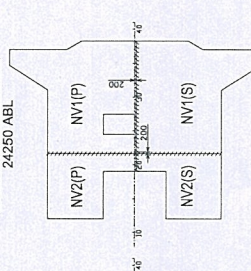
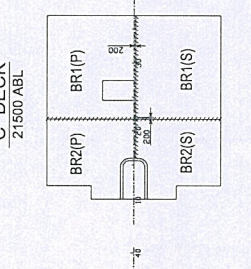
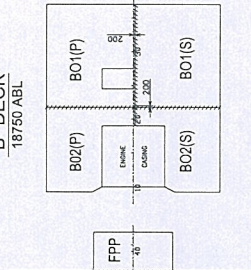
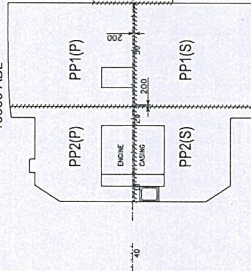
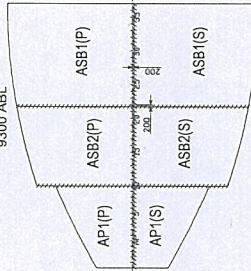
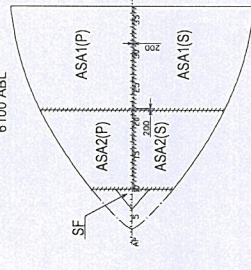
"A" DECK
16000 ABL

"B" DECK
18750 ABL

"C" DECK
21500 ABL

NAV BRIDGE DK
24250 ABL

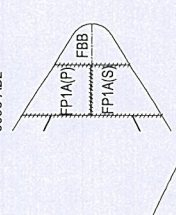
TOP DECK
26950 ABL



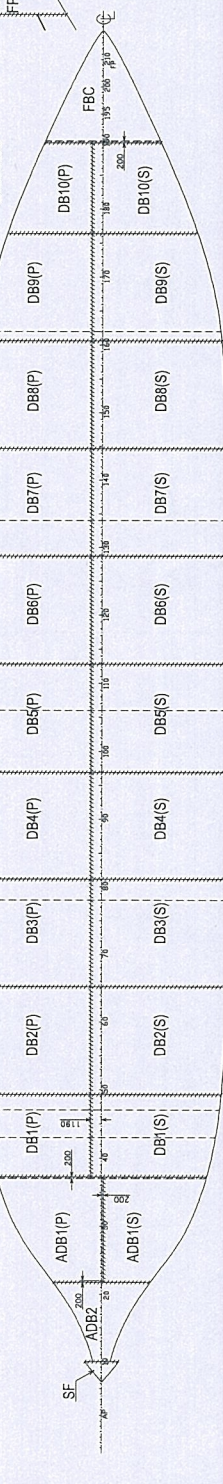
NO	ZONE	TOTAL BLOCK
1	After Part	6 Blocks
2	Engine Room Part	15 Blocks
3	Cargo Hold Part (DB)	20 Blocks
4	Cargo Hold Part (SS)	20 Blocks
5	Cargo Hold Part (LB)	10 Blocks
6	Cargo Hold Part (TB)	12 Blocks
7	Cargo Hold Part (UD)	21 Blocks
8	Fore Part	12 Blocks
9	Accommodation Part	20 Blocks
	TOTAL	136 Blocks

PRINCIPAL PARTICULARS	
Length Overall (LOA)	157.00 M
Length Between Perpendiculars (LPP)	149.50 M
Breadth Moulded (B)	27.70 M
Depth Moulded (D)	12.00 M
Design Draft	7.00 M
Service Speed (Loaded)	13.00 Knts
85% MCR + 15% Sea Margin	6500 PS
Main Engine at MCR	28 Persons
Complement	

BOSUN STORE DECK
9000 ABL

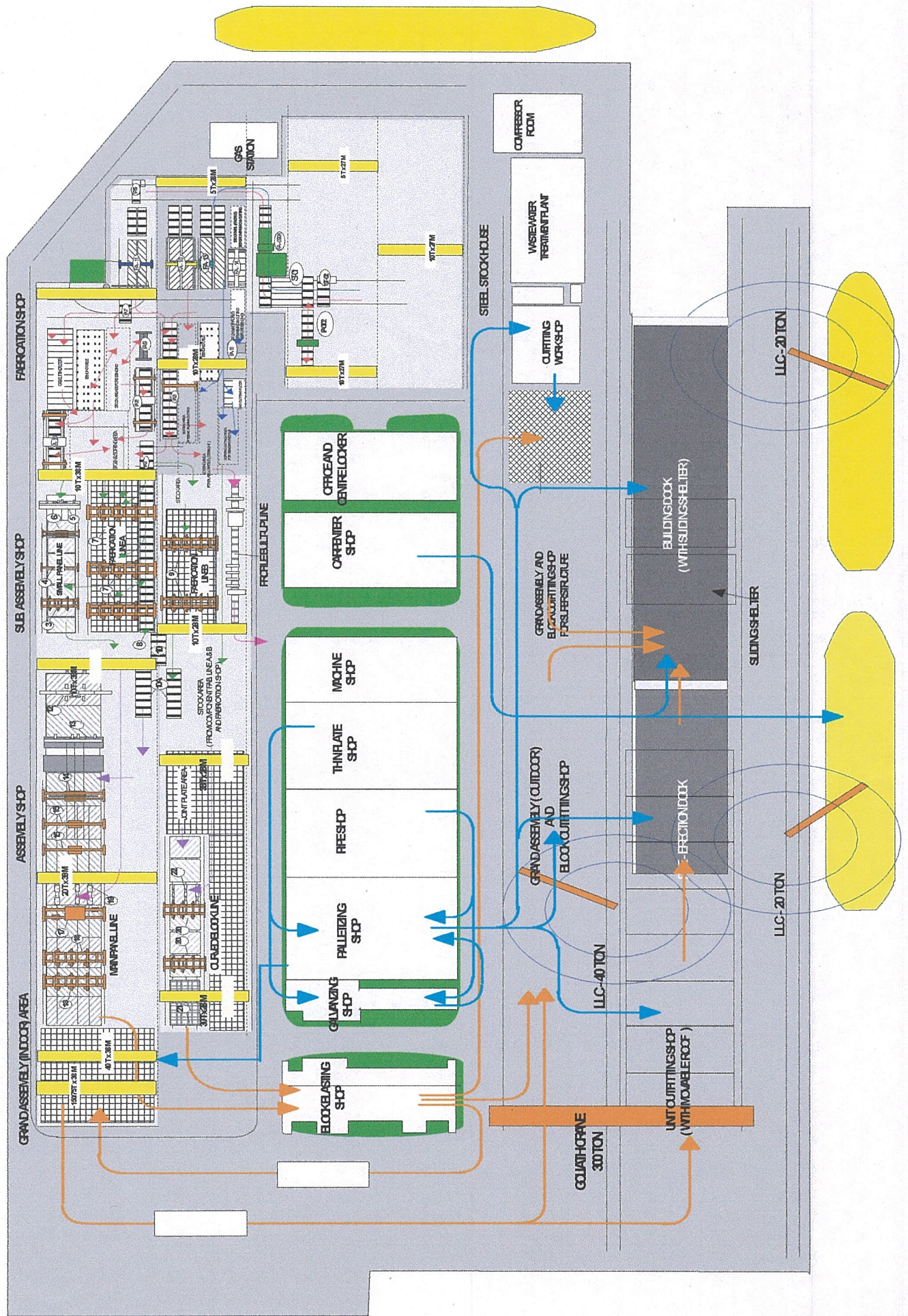


TANK TOP
2000 ABL



PROJECT NO.	MO00271-272
TANKER 17,500 L.T.D.W.	
DESIGNER	PET INAGRA
CLASS	INC. OF LR
DESIGNER	PT PAL
GROUP	STRUCTURE
SCALE	1:1,500
SHEET	1 OF 1
PROJECT NO.	020001
PROJECT NAME	INDONESIA

FLOW OF PRODUCTION



DATA RESPONDEN PENGISI KUISONER

No.	Nama	Jabatan
1	Kholidin	Biro Rekayasa Produksi, Departement Konstruksi Lambung
2	Ari	Planner
3	Kholilur R.	Drafter IV
4	Eko Priyono	Grup Leader Marking dan Cutting
5	Kateno	Kepala Bengkel Fabrikasi
6	Fathur Rozi	Kepala Bengkel Assembly
7	Amrullah	Kepala Bengkel Sub-Assembly
8	Nurchalim	Kepala Biro
9	Wenny	Kepala Biro
10	Suyanto	Transportasi Material

KUISONER PEMBERIAN BOBOT RESIKO

Nama :

Jabatan :

Berikut telah tersaji faktor-faktor penyebab keterlambatan pada proses produksi *fore boubous bow* MT. Pangkalan Brandan. Indikator *frequency* merujuk pada indeks frekuensi dari OHSAS 18001:2007 dan ISO 90001:2008. Seperti pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Keterangan Indeks

No.	Indeks Frekuensi	Probabilitas		
		Kuantitatif	Kualitatif	
1.	0% s.d. 20%	10^{-5}	Rare	Cenderung dipastikan akan sangat tidak mungkin terjadi
2.	>20% s.d. 40%	10^{-4}	Unlikely	Kemungkinan kecil dapat terjadi
3.	>40% s.d. 60%	10^{-3}	Possible	Sama kemungkinannya antara terjadi atau tidak terjadi
4.	>60% s.d. 80%	10^{-2}	Likely	Kemungkinan besar terjadi
5.	>80% s.d. 100%	10^{-1}	Almost Certain	Cenderung dipastikan akan sangat mungkin terjadi

Beri bobot pada kolom *frequency*, antara 0%-100% pada Tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. Pemberian Bobot Frekuensi Sumber Bahaya

No	Lingkup	Sumber Bahaya		Penilaian Bobot Resiko
				Frequency (%)
1	PROSES FABRIKASI	A111	Material dari Supplier Terlambat Datang	
2		A112	Fisik Material Ada yang Cacat/Rusak	
3		A113	Kesalahan Pemesanan Material	
4		A114	Jumlah Material yang Datang Kurang dari yang dipesan	
5		A121	Mesin <i>Blasting</i> Rusak	
6		A122	Mesin <i>Painting</i> Rusak	
7		A123	Penggunaan Alat Identifikasi Material Bergantian	
8		A124	Peralatan Kurang Lengkap	
9		A13	Gudang Penyimpanan <i>Stock</i> Material Tidak Cukup	
10		A211	Gambar <i>Design</i> Direvisi saat Proses <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>	
11		A212	Gambar <i>Plot</i> Untuk Proses <i>Cutting</i> Tidak Jelas	
12		A213	Kesalahan Eksekusi Proses <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>	
13		A221	Mesin <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Rusak	
14		A222	Penggunaan Alat <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Bergantian	

Tabel 2. Pemberian Bobot Frekuensi Sumber Bahaya (lanjutan)

No	Lingkup	Sumber Bahaya		Penilaian
				Bobot Resiko Frequency (%)
15	PROSES FABRIKASI	A223	Peralatan <i>Marking</i> dan <i>Cutting</i> Kurang Lengkap	
16		A311	Gambar <i>Design</i> Direvisi saat Proses <i>Bending</i>	
17		A312	Gambar Plot Tidak Jelas Untuk Proses <i>Bending</i>	
18		A313	Kesalahan Eksekusi Proses <i>Bending</i>	
19		A321	Mesin <i>Bending</i> Rusak	
20		A322	Penggunaan Alat <i>Bending</i> Bergantian	
21		A323	Peralatan <i>Bending</i> Kurang Lengkap	
22		A41	Pembagian Tugas pada Proses Fabrikasi Tidak Merata	
23		A42	Tenaga Ahli pada Proses Fabrikasi Kurang	
24		A43	<i>Manpower</i> pada Proses Fabrikasi Kurang	
25		A441	Fungsi Pengawasan pada Proses Fabrikasi Tidak Berjalan	
26		A442	Evaluasi pada Proses Fabrikasi Tidak Menyeluruh	
27		A45	Penjadwalan pada Proses Fabrikasi Tidak <i>Applicable</i>	
28		A461	Minimnya Pengalaman <i>Crew</i> Fabrikasi	
29		A462	Kurangnya Komunikasi <i>Crew</i> Fabrikasi Kepada <i>Supervisor</i>	
30	PROSES SUB- ASSEMBLY	B11	Komponen Dari Proses Fabrikasi Telat Datang	
31		B12	Kelengkungan pada Komponen Tidak Sesuai	
32		B13	Marking Pada Komponen Tidak Jelas	
33		B14	Terjadi Cacat Komponen Setelah Proses Fabrikasi	
34		B15	Terdapat Kesalahan <i>Cutting</i> yang tidak Disadari oleh Supervisor Fabrikasi	
35		B21	Peralatan <i>Sub-Assembly</i> Rusak	
36		B22	Penggunaan Alat <i>Sub-Assembly</i> Bergantian	
37		B23	Peralatan <i>Sub-Assembly</i> Kurang Lengkap	
38		B3	Bengkel <i>Sub-Assembly</i> Tidak Cukup Luas	
39		B41	<i>Design</i> Direvisi pada saat Proses <i>Sub-Assembly</i>	
40		B42	Kesalahan Membaca <i>Design</i>	
41		B43	Kesalahan <i>Fitting</i> antar Komponen	
42		B44	Kesalahan <i>Welding</i> antar Komponen	
43		B51	Pembagian Tugas pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Merata	
44		B52	Tenaga Ahli pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Kurang	
45		B53	<i>Manpower</i> pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Kurang	
46		B541	Fungsi Pengawasan pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Berjalan	
47		B542	Evaluasi pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak Menyeluruh	
48		B55	Penjadwalan pada Proses <i>Sub-Assembly</i> Tidak <i>Applicable</i>	
49		B561	Minimnya Pengalaman <i>Crew Sub-Assembly</i>	
50		B562	Kurangnya Komunikasi <i>Crew Sub-Assembly</i> Kepada <i>Supervisor</i>	

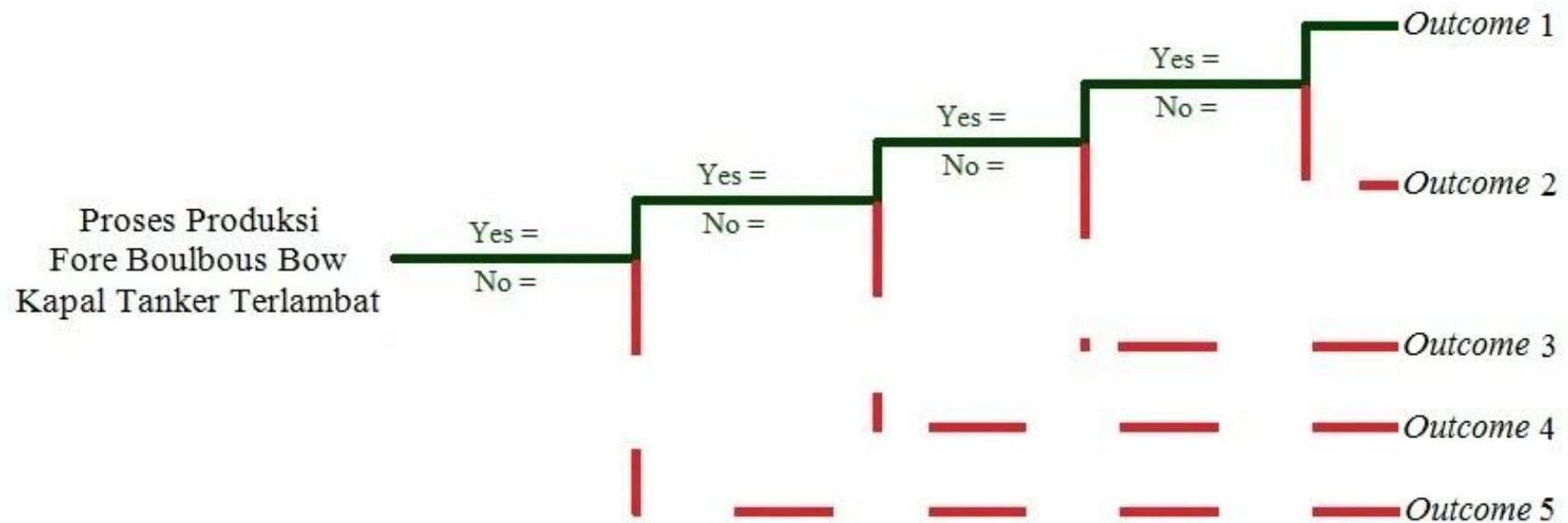
Tabel 2. Pemberian Bobot Frekuensi Sumber Bahaya (lanjutan)

No	Lingkup	Sumber Bahaya		Penilaian Bobot Resiko
				<i>Frequency (%)</i>
51	PROSES ASSEMBLY	C111	Komponen Dari Proses Fabrikasi Terlambat	
52		C112	Kelengkungan pada Komponen Tidak Sesuai	
53		C113	<i>Marking</i> Pada Komponen Tidak Jelas	
54		C114	Terjadi Cacat Komponen Setelah Proses Fabrikasi	
55		C115	Terdapat Kesalahan <i>Cutting</i> yang tidak Disadari oleh Supervisor Fabrikasi	
56		C121	Panel Dari <i>Sub-Assembly</i> Terlambat	
57		C122	Panel Dari <i>Sub-Assembly</i> Tidak Sesuai Design	
58		C123	Terjadi Cacat pada Hasil Pengerjaan <i>Sub-Assembly</i> yang Tidak Disadari oleh <i>Supervisor Sub-Assembly</i>	
59		C13	Terdapat Komponen Yang Tidak Bisa Diproduksi Sendiri	
60		C21	Peralatan <i>Assembly</i> Rusak	
61		C22	Penggunaan Alat <i>Assembly</i> Bergantian	
62		C23	Peralatan <i>Assembly</i> Kurang Lengkap	
63		C3	Bengkel <i>Assembly</i> Tidak Cukup Luas	
64		C41	<i>Design</i> Direvisi pada Saat Proses <i>Assembly</i>	
65		C42	Kesalahan Membaca <i>Design</i>	
66		C43	Kesalahan <i>Fitting</i> antar <i>Panel</i>	
67		C44	Kesalahan <i>Welding</i> antar <i>Panel</i>	
68		C51	Pembagian Tugas pada Proses <i>Assembly</i> Tidak Merata	
69		C52	Tenaga Ahli pada Proses <i>Assembly</i> Kurang	
70		C53	<i>Manpower</i> pada Proses <i>Assembly</i> Kurang	
71		C541	Fungsi Pengawasan pada Proses <i>Assembly</i> Tidak Berjalan	
72		C542	Evaluasi Tidak pada Proses <i>Assembly</i> Menyeluruh	
73		C55	Penjadwalan pada Proses <i>Assembly</i> Tidak <i>Applicable</i>	
74		C561	Minimnya Pengalaman <i>Crew Assembly</i>	
75		C562	Kurangnya Komunikasi <i>Crew Assembly</i> Kepada <i>Supervisor</i>	

Berikut telah tersaji pivotal event yang harus dilakukan ketika keterlambatan proses produksi pada proyek pembangunan Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan terjadi. Beri bobot 0 – 100% pada tiap probabilitas pada tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Pemberian Bobot Probabilitas Pivotal Event

Initiating Event	Pivotal Event				Probabilitas
	Material Memadai	Sarana dan Prasarana Mendukung	Manpower Mendukung	Manajemen Proyek Berjalan Efektif	



Tabel Pembobotan Probabilitas pada setiap Pivotal Event

No	<i>Pivotal Event</i>	Responden										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Kerja Sama Mitra Berjalan	92	93	90	92	85	90	85	85	95	85	89.2
2	Material Dan Peralatan Memadai	83	75	85	85	75	85	75	85	80	82	81
3	Manpower Mendukung	80	80	70	85	75	70	80	82	82	85	78.9
4	Manajemen Proyek Berjalan	70	75	70	80	75	80	75	80	82	72	75.9

Tabel Pemberian Bobot Frekuensi Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	A111	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	A112	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	A113	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.000406
4	A114	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.00064
5	A121	0.01	0.01	0.01	0.1	0.001	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.0172
6	A122	0.01	0.01	0.01	0.1	0.001	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.0172
7	A123	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.00082
8	A124	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
9	A13	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10	A211	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
11	A212	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
12	A213	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.000406
13	A221	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.028
14	A222	0.001	0.001	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.001	0.001	0.01	0.0055
15	A223	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
16	A311	0.01	0.0001	0.01	0.001	0.01	0.0001	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.00343
17	A312	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
18	A313	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
19	A321	0.001	0.01	0.01	0.001	0.0001	0.001	0.01	0.01	0.001	0.0001	0.00442
20	A322	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.000406

Tabel Pemberian Bobot Frekuensi Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore
Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
21	A323	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
22	A41	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.000406
23	A42	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
24	A43	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001	0.00046
25	A441	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.000406
26	A442	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.001	0.00001	0.000406
27	A45	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
28	A461	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
29	A462	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
30	B11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
31	B12	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.01	0.091
32	B13	0.01	0.001	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.00001	0.006301
33	B14	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.00064
34	B15	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
35	B21	0.01	0.1	0.1	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.01	0.073
36	B22	0.001	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.001	0.0064
37	B23	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.1	0.1	0.01	0.037
38	B3	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
39	B41	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001	0.00055
40	B42	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046

Tabel Pemberian Bobot Frekuensi Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
41	B43	0.001	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	0.01	0.001	0.0037
42	B44	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
43	B51	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
44	B52	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
45	B53	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
46	B541	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
47	B542	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.0001	0.000055
48	B55	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.0001	0.000055
49	B561	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.0001	0.000055
50	B562	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.0001	0.00001	0.00001	0.0001	0.00001	0.000046
51	C111	0.1	0.1	0.1	0.001	0.1	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0811
52	C112	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
53	C113	0.01	0.001	0.1	0.0001	0.1	0.1	0.001	0.1	0.001	0.1	0.05131
54	C114	0.001	0.00001	0.001	0.0001	0.00001	0.001	0.00001	0.00001	0.01	0.00001	0.001315
55	C115	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
56	C121	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
57	C122	0.001	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0082
58	C123	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01	0.037
59	C13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
60	C21	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	0.001	0.001	0.01	0.001	0.01	0.0253

Tabel Pemberian Bobot Frekuensi Probabilitas setiap *Basic Event* untuk Keseluruhan pada Keterlambatan Proses Produksi Fore Boulbous Bow Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan (Lanjutan)

[illegible]

BIODATA PENULIS



Deddy Singgih Prakoso lahir di Surabaya pada 27 Maret 1992, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis memulai pendidikannya dari SDN Pepelegi 1 Sidoarjo, SMPN 2 Sidoarjo, dan SMAN 1 Gedangan Sidoarjo. Dan pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama berkuliah di ITS, penulis berpartisipasi pada Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) seperti UKM-OR AIR divisi selam, dan menjabat sebagai *Public Relation* pada Paduan Suara ITS. Juga selama berkuliah di ITS, penulis juga sempat bekerja sebagai Barista di PT. Starbucks *Coffee* Indonesia, sebagai *Financial Advisor* dan *Unit Manager* di PT. Asuransi Jiwa Manulife Indonesia dan *On The Job Training* di Chevron Company Indonesia dan PT. PAL INDONESIA (Persero). Pada tahun 2018, penulis menyelesaikan tugas akhir dibidang studi manajemen produksi dengan judul “Analisis Perencanaan Berbasis Resiko Pada Proses Produksi *Fore Boulbous Bow* Kapal Tanker MT. Pangkalan Brandan di PT. PAL INDONESIA (Persero)”. Penulis akan dengan senang hati menerima saran dan kritik dari pembaca oleh karena itu dapat menghubungi penulis via email berikut deddsing@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)